

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)

ВЕСТНИК
СГГА
(СИБИРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ)

Выпуск 3 (16)

Новосибирск
СГГА
2011

УДК 528:535:681.7
В387

Главный редактор

Доктор технических наук, профессор *А.П. Карник*

Редакционная коллегия:

Кандидат технических наук, профессор *В.Б. Жарников* – заместитель главного редактора; член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, президент МИИГАиК *В.П. Савиных*; доктор технических наук, профессор, ректор МИИГАиК *В.А. Малинников*; доктор технических наук, профессор, проректор МИИГАиК *И.Г. Журкин*; доктор технических наук, профессор, первый проректор МИИГАиК *А.Г. Чибуничев*; доктор технических наук, профессор МИИГАиК *Х.К. Ямбаев*; доктор физико-математических наук, профессор, советник губернатора НСО *Г.А. Сапожников*; член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, директор Института горного дела СО РАН *В.Н. Опарин*; доктор биологических наук, директор Института почвоведения и агрохимии СО РАН *К.С. Байков*; кандидат экономических наук, зам. руководителя Территориального управления Росреестра по НСО *Д.А. Ламерт*; доктор физико-математических наук, профессор, зав. лабораторией Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН *В.Ю. Тимофеев*; доктор технических наук, профессор *А.И. Каленицкий*; доктор технических наук, профессор *Д.В. Лисицкий*; кандидат технических наук, профессор *И.В. Лесных*; доктор технических наук, профессор *В.Н. Москвин*; кандидат технических наук, профессор *В.А. Середович*; доктор технических наук, профессор *Л.К. Трубина*; доктор технических наук, профессор *В.Я. Черепанов*; доктор технических наук, профессор *В.Б. Шлишевский*; кандидат технических наук, профессор *Т.А. Широкова*

В387 Вестник СГГА (Сибирской государственной геодезической академии) [Текст] : науч.-технич. журн. / учредитель ФГБОУ ВПО «СГГА». – Вып. 3 (16). – Новосибирск: СГГА, 2011. – 156 с. – ISSN 1818-913X

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА

УДК 528:535:681.7

© ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия» (СГГА), 2011

Тел. (383)343-39-37, факс (383)344-30-60

e-mail: rektorat@ssga.ru

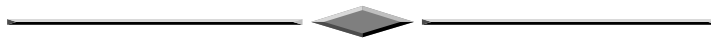
Учредитель – ФГБОУ ВПО «СГГА».

Рег. свид. ПИ № ФС 77-46974 от 14.10.2011 г.

Индекс 43809 в бюллетене «Объединенный каталог. Пресса России. Газеты и журналы»,
Internet-каталог «Российская периодика».

Журнал включен в систему РИНЦ.

ГЕОДЕЗИЯ



УДК 528.2.528.4:528.27:550.831:551.3

О ВОЗМОЖНОСТИ И НЕОБХОДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В ПОЛНОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ РЕДУКЦИИ

Юрий Викторович Дементьев

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, докторант СГГА, тел. 8913-901-08-71

Анатолий Иванович Каленицкий

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры астрономии и гравиметрии СГГА, тел. 8913-906-74-53, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

Обосновывается методика и технология определения значений полной топографической редукции в гравиметрии. Показано, что основной объем вычислений для любой территории может быть выполнен один раз, их результаты могут использоваться неоднократно при гравиметрии различного масштаба.

Ключевые слова: редукции силы тяжести, полная топографическая редукция, цифровые модели рельефа, учитываемая область.

THE POSSIBILITY AND NECESSITY OF GRAVITATION ANOMALIES DETERMINATION IN COMPLETE TOPOGRAPHIC REDUCTION

Yury V. Dementyev

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph.D., tel. 8913-901-08-71

Anatoly I. Kalenitsky

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Prof., Dr., department of astronomy and gravimetry SSGA, tel. 8913-906-74-53, e-mail: kaf.astronomy@ssga.ru

The methods and technology of complete topographic reduction determination in gravimetry is substantiated. It is shown that the main calculations for any territory may be made only once, with their results being used time and again for different scale gravimetry.

Key words: gravity reduction, complete topographic reduction, digital terrain models, area under consideration.

Введение

Как в геодезической, так и в прикладной гравиметрии (при геологическом картировании и тектоническом районировании, поисках и разведке полезных ископаемых, инженерных изысканиях, изучении геодинамических процессов, в том числе техногенного характера) определение аномалий силы тяжести (АСТ) связано с наиболее трудоемким до последнего времени процессом вычисления поправок (редукций) за рельеф местности δg_p , а, в конечном итоге, – поправок за переменное гравитационное влияние промежуточного слоя топографических масс, ограниченного снизу поверхностью относимости нормального гравитационного поля γ_0 . Обычно значения γ_0 не совсем корректно с учетом нормальных высот относят к поверхности геоида (квазигеоида). В настоящее время при повсеместном применении спутниковых технологий определения пространственных координат появилась возможность устранить эту некорректность и относить значения γ_0 к поверхности отсчетного эллипсоида.

В геодезии, строго говоря, не требуется определение АСТ в топографической редукции (вместо которой до последнего времени используются значения в менее качественной «плоской» редукции Буге с учетом поправок за влияние рельефа местности). Необходимо знание АСТ в редукции за свободный воздух с учетом геодезических высот пунктов измерения силы тяжести (СТ). При этом излишний объем вычислений (а он весьма значительный), связанный с возможностью якобы более качественного определения осредненных по номенклатурным листам АСТ в редукции за свободный воздух, корректно не обоснован. Вообще-то значения АСТ в редукции Буге, особенно для местности с пересеченным рельефом, не могут интерполироваться в плане. Их величина для точек, расположенных даже в непосредственной близости друг от друга, но существенно отличающихся в положении по высоте, может также различаться, и весьма существенно [1]. Другими словами, построение качественного плана изомал для площади со сложным рельефом местности требует такого сгущения сети точек измерений СТ, когда уклон местности между ними изменялся бы линейно. Но в этом случае будут допустимы интерполяция и осреднение АСТ в редукции за свободный воздух.

АСТ в полной топографической редукции менее зависимы от разницы высот пунктов гравиметровых измерений, отражая в основном проявление в разновысотности отличие по плотности как топографических, так и нижележащих масс Земли.

«Недостатки» редукции Буге (по сравнению с полной топографической редукцией) снижают в определенной степени и возможности прикладной гравиметрии и гравиразведки в частности. При этом часть переменного гравитационного эффекта, связанного с недоучетом удаленных масс (за пределами области расчета поправок за рельеф), исключается при разделении АСТ в этой редукции на локальные аномалии и региональный фон. Однако при этом «вносятся» ложные локальные осложнения, обусловленные, в том числе, гравитационным эффектом не учитываемых «боковых» масс, например, горных хребтов, крупных

озер, морей и океанов [1–3]. В связи с этим следует особо отметить, что процедуру учета влияния «боковых» водных масс (как любого «погребенного» рельефа) необходимо проводить после получения АСТ, но до разделения их на локальную и региональную составляющие.

Таким образом, определение АСТ в полной топографической редукации может существенно повысить и качество геодезических исследований в изучении фигуры и гравитационного поля Земли, и эффективность использования гравиметрии в прикладных целях самого различного назначения. Для этого в настоящее время имеются все возможности.

Краткое определение основных понятий и терминов, постановка вопросов

Чтобы исключить неоднозначность истолкования некоторых понятий и терминов, данных ранее [1, 3], в процессе обоснования последовательности реализации редуцирования гравитационного поля, представим их в кратком изложении.

Редуцирование исходного (измеренного) гравитационного поля – это разделение измеренных значений силы тяжести на этапе их обработки. Цель данной процедуры состоит в определении АСТ посредством вычитания из них некоторой нормальной величины, представляющей гравитационный эффект теоретической (нормальной) Земли. При этом *обязательно* предполагается, что все указанные величины определяются и вычисляются в конкретной точке координатного пространства, где выполнены гравиметровые измерения, без какого-либо «приведения» к какой-либо плавно изменяющейся поверхности.

Сферический параллельный слой – это материальный сферический слой постоянной толщины и плотности (σ_0) (по аналогии с плоскопараллельным слоем).

Промежуточный слой – слой переменной толщины и постоянной плотности (σ_0), ограниченный сверху физической поверхностью Земли, снизу – уровнем относимости исходного нормального поля (γ_0). Он может считаться сферическим – в *топографической редукации*, или плоским – в *редукации Буге*. Заполняют слой *топографические массы*.

Редукация Буге предполагает выделение одноименных АСТ в физической точке измерений силы тяжести при условии учета в нормальном поле поправок за ее геодезическую высоту (H_u) и притяжение «плоского» промежуточного слоя ($\delta g^{nl.np.c.}(\sigma_0)$). При этом значение нормального поля определяется из выражения

$$\gamma_B = \gamma_0 + \delta g_B = \gamma_0 + \delta g_{C.B.} + \delta g^{nl.np.c.}(\sigma_0), \quad (1)$$

где, согласно [4], $\delta g_{C.B.} = \frac{\partial \gamma}{\partial H} \cdot H_u = -0,30855(1 - 0,00071 \cdot \cos B) \cdot H_u + 0,0000000723 H_u^2$;

B – геодезическая широта в точке измерения СТ;

H_u выражается в метрах.

Топографическая редукция аналогична редукции Буге. Отличается тем, что в нормальном поле учитывается притяжение *сферического* промежуточного слоя ($\delta g^{сф.пр.с.}(\sigma_0)$).

АСТ в редукции Буге должны обязательно определяться при условии равенства размера учитываемой области радиуса r_k – при круговой, расстояния до стороны квадрата d_k – при квадратной в случае задания цифровой модели рельефа местности (ЦМР) вокруг точки определения как для *поправок за рельеф*, так и для плоского *слоя Буге*. В противном случае значения АСТ будут коррелировать с высотами точек измерения СТ как из-за создания переменного по величине ложного эффекта «боковых» масс (на приподнятых участках), так и из-за неучитываемых реальных масс (на пониженных участках) за пределами учитываемой области [1, 3].

Было показано [1], что при учете в редукции Буге поправок за рельеф способ задания отметок высот в учитываемой зоне (снятых по круговой палетке, заданных в узлах квадратной сетки – цифровая ЦМР) не имеет особого значения. Существуют весьма несложные формулы приведения размера учитываемой области к сопоставимой величине. Это же касается и случая, когда ЦМР представляет массив отметок высот местности, заданных в узлах номенклатурой (трапециевидной по широте и долготе) разграфке. Поэтому последующее изложение приводим для удобства, оперируя наиболее наглядной круговой (в цилиндрической системе отсчета относительно результирующей точки) системой задания отметок высот местности.

Особой оговорки требует оценка размера центральной зоны учета влияния топографических масс в непосредственной близости от результирующей точки, в которой выполняется измерение СТ. Это связано с тем, что гравитационное влияние как рельефа, так и в целом промежуточного слоя топографических масс в этой зоне требует «индивидуального» подхода, который сложно во многих случаях автоматизировать. Наиболее рациональным и малозатратным является корреляционный способ [1], когда имеется возможность использовать отметки высот соседних точек гравиметровых измерений или отметки высот соседних (относительно результирующей) точек ЦМР в ближайшей учитываемой зоне. Обычно размер центральной зоны (величина ее радиуса r_u) полагается равным $0,5 \cdot \Delta h - 3\Delta h$, где Δh – максимальное изменение высот рельефа на территории гравиметровых измерений. Притяжение плоского слоя при этом определяется как притяжение вертикального цилиндра высотой H_u . Оговорка об отдельном учете составляющей гравитационного влияния топографических масс в этой зоне связана не только с «индивидуальностью» ее определения, но и с тем, что (как будет показано далее) выполнение редукции для промежуточного слоя в последующих зонах внешней (до какого-то размера r_k) учитываемой области рациональнее рассматривать как оценку поправок за рельеф и поправок за параллельный слой. Задача состоит только в том, чтобы установить, начиная с какого размера вели-

чины r_k можно непосредственно учитывать гравитационное влияние промежуточного слоя всей Земли. Во всех случаях речь ведется о величине r_k как о сферическом расстоянии на поверхности эллипсоида относимости γ_0 .

Таким образом, при выполнении полной топографической редукции предполагается, что вся учитываемая область разделяется на центральную (до r_k) зону, внешнюю (от r_u до r_k) и дальнюю (от r_k до $\sim \pi R$, где R – среднее значение радиуса Земли) области.

Специфика проявления гравитационного влияния промежуточного слоя во внешней области

Автоматизированная методика и технология выбора оптимальных параметров размера шага задания ЦМР в различных зонах внешней учитываемой области в зависимости от масштаба (и точности) гравиметровых работ изложена в «Методических рекомендациях по учету влияния рельефа местности в гравиразведке» [1], утвержденных МинГео СССР как практическое руководство. Методика и технология позволяют определять АСТ как в редукции Буге, так и в неполной топографической редукции. Производственный опыт применения этой методики показал, что в зависимости от площади и точности гравиметровой съемки, сложности рельефа, как на территории проведения, так и за ее пределами, размер r_k может изменяться от нескольких километров до 600 км и более.

В основу вычислительных процедур по оценке оптимальных параметров редуцирования были положены, с одной стороны, несложные мнемонические формулы, обеспечивающие получение результатов с погрешностью порядка $\pm 0,02-0,03$ мГал до $r_k = 2\ 000$ км, а с другой – весьма информативные характеристики степени изученности рельефа местности. Это позволило оперативно и объективно в автоматизированном режиме оценивать оптимальные условия формирования ЦМР для различных зон учитываемой области, определять рациональные размеры r_u и r_k с целью выполнения редукции Буге и неполной топографической редукции с требуемой точностью. При этом обеспечивался перевод редукций из одной в другую на основе среднего взвешенного параметра высот:

$$\tilde{H}(r_u, r_k) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Delta r_i \cdot H_{i,j}}{m \cdot \Delta r}, \quad (2)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$ – номер зоны во внешней учитываемой области;

$j = 1, 2, \dots, m$ – номер радиального сектора в i -й зоне;

$H_{i,j}$ – значение высоты ЦМР в i -м секторе j -й зоны;

Δr_i – разница размера внутреннего и внешнего радиусов i -й зоны;

$\Delta r = (r_k - r_u)$ – разница внешнего и внутреннего радиусов всей внешней области.

Поскольку значения $\tilde{H}(r_n, r_k)$ интегральны по сути и изменяются плавно, то имеется возможность построения карты изогипс их значений, в том числе в электронном виде.

В этом случае определение гравитационного эффекта сферического промежуточного слоя выполняется согласно формуле:

$$\delta g^{cf.np.c.}(r_n, r_k, \tilde{H}) = \delta g^{nl.np.c.}(r_n, r_k) + F(r_n, r_k) \cdot \tilde{H}, \quad (3)$$

где $F(r_n, r_k) = 2\pi f\sigma_0 \left(\sin \frac{r_k}{2R} - \sin \frac{r_n}{2R} \right)$;

R – среднее значение радиуса Земли.

При условии $r_k \leq 400$ км, можно с достаточной степенью точности считать, что

$$F(r_n, r_k) \cong \pi f\sigma_0 \cdot \frac{\Delta r}{R}. \quad (4)$$

Очевидно, что для сферического слоя толщиной H_y по аналогии с (3) можно записать:

$$\delta g^{cf.c.}(r_n, r_k, H_y) = \delta g^{nl.c.}(r_n, r_k, H_y) + F(r_n, r_k) \cdot H_y. \quad (5)$$

Разница правых частей формул (5) и (3) позволяет записать выражение для сферического значения поправки за рельеф:

$$\begin{aligned} \delta g_p^{cf.}(r_n, r_k, H_y, \tilde{H}) &= \delta g^{cf.c.}(r_n, r_k, H_y) - \delta g^{cf.np.c.}(r_n, r_k) = \\ &= \delta g_p^{nl.}(r_n, r_k) + F(r_n, r_k)(H_y - \tilde{H}). \end{aligned} \quad (6)$$

Нетрудно заметить весьма важную особенность: если в выражениях для определения поправки за рельеф и влияние параллельного слоя сферическая составляющая зависит от величины H_y , то зависимость от значения H_y в выражении для промежуточного слоя *отсутствует*.

Вместе с тем, если раскрыть содержание «плоской» составляющей в выражениях (3), (5) и (6) с отражением механизма соотношения средних и средних квадратических «весовых» значений высот местности в учитываемой области, то с учетом обозначений формулы (2) получим их следующие аналитические представления:

$$\left. \begin{aligned} \delta g^{cf.np.c.}(r_n, r_k) &= a(2H_y \cdot H_0 - \bar{H}^2) + F(r_n, r_k) \cdot \tilde{H} \\ \delta g^{cf.c.}(r_n, r_k) &= a \cdot H_y + F(r_n, r_k) \cdot H_y \\ \delta g_p^{cf.}(r_n, r_k) &= a(H_y^2 + \bar{H}^2 - 2H_y \cdot H_0) + F(r_n, r_k) \cdot (H_y - \tilde{H}) \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

$$\text{где } H_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{\Delta r_i}{r_{i1} \cdot r_{i2}} \cdot H_{ij}}{m \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\Delta r_i}{r_{i1} \cdot r_{i2}}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta r_i}{r_{i1} \cdot r_{i2}} \cdot \bar{H}_i}{\frac{\Delta r}{r_n - r_k}}, \quad \bar{H}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{\Delta r_i}{r_{i1} \cdot r_{i2}} \cdot H_{ij}^2}{m \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\Delta r_i}{r_{i1} \cdot r_{i2}}}, \quad a = \pi f \sigma_0 \frac{\Delta r}{r_n - r_k};$$

r_{i1} и r_{i2} – соответственно значения внутреннего и внешнего радиусов в i -й зоне учитываемой области.

Самое важное содержится в выражении «плоской» составляющей для поправки за рельеф. Оно может быть представлено в виде суммы двух слагаемых:

$$a(H_u^2 + \bar{H}^2 - 2H_u \cdot H_0) = a(H_u - H_0)^2 + a(\bar{H}^2 - H_0^2) = \delta g' + \delta g_0. \quad (8)$$

Первое слагаемое ($\delta g'$) равняется 0, когда $H_u = H_0$ и возрастает по параболическому закону, если разница ($H_u - H_0$), независимо от ее знака, увеличивается. Это указывает на то, что значения H_0 соответствуют интегральной для учитываемой области поверхности, на которой поправки за рельеф минимальны и соответствуют плавно изменяющимся в плане значениям δg_0 . Вместе с тем, очевидно, что значение δg_0 дисперсионно отражает степень изрезанности рельефа в учитываемой области вокруг каждой результирующей точки. Это говорит о **недопустимости** весьма трудоемкой процедуры осреднения высот рельефа местности в пределах элементарных площадок вокруг узловых точек задания исходной ЦМР.

Значения $H_0(r_n, r_k)$, $\bar{H}^2(r_n, r_k)$ и $\delta g_0(r_n, r_k)$, как и значения $\tilde{H}(r_n, r_k)$, интегральны по своей сути. Имеется возможность их определения на конкретную территорию **заранее** и **один раз** (если в рельефе не произошло существенных изменений) с построением в графическом или электронном виде соответствующих карт. Значения $\delta g'(r_n, r_k)$ также **заранее** могут быть представлены аналитически в виде таблиц или в электронном виде. Тогда по мере проведения гравиметровых съемок с получением плановых координат и высот точек измерений можно сразу же получать поправки за рельеф и промежуточный слой в целом как в редукции Буге, так и в неполной топографической редукции.

Производственный опыт применения этой методики показал, что в зависимости от площади и точности гравиметровой съемки, сложности рельефа как на территории проведения, так и за ее пределами, размер r_k может изменяться от нескольких километров до 600 км и более. Но при этом уровень отсчета значений АСТ остается относительно условным. Это затрудняет «стыковку» съемок различных лет, тем более в номенклатурной разграфке. Инструкцией по гравиразведке в этом случае рекомендовано среднее значение $r_k = 200$ км. Это в определенной степени приводит съемки к одному уровню отсчета. Но в значениях АСТ в таком случае для районов со сложным рельефом местности сохраняются значительные погрешности, которые могут превышать декларируемый показатель точности АСТ многократно, создавая

сложную картину искажений прямо, обратно, или комбинированно связанных с изменением высот местности.

Стало очевидным, что использование гравиметрии при проведении региональных исследований и изучении особенностей изменения гравитационного поля всей Земли, его интегрированных (потенциальных) трансформант требует определения АСТ в полной топографической редукции с учетом гравитационного влияния промежуточного слоя в дальней области, начиная с какого-то размера величины r_k без разделения на поправки за рельеф и параллельный сферический слой с использованием единой ЦМР всей Земли [7]. Как показывают выполненные исследования, возможности для этого имеются. Во-первых – по мере увеличения величины r_k значение составляющей δg_0 в поправках за рельеф стремится к нулю. Это обусловлено геометрическим фактором – «опусканием» сферического промежуточного слоя за горизонт результивной точки. Кроме того, по мере «удаления» блоков модели топографических масс от результивной точки последние все больше наклоняются относительно ее горизонта – вплоть до 180° на противоположной от нее стороне Земли. Во-вторых – становится возможной интерполяция топографических поправок в плане и высоте с использованием (как и во внешней области) определенных интегральных параметров.

Особенности проявления и возможности учета гравитационного эффекта промежуточного слоя в дальней области.

Результаты расчета значений топографической поправки для всей дальней учитываемой области по методике, описанной в статье [6], с использованием планетарной ЦМР показали следующее:

- процесс вычисления на современном персональном компьютере значений поправок весьма трудоемкий;
- линейная интерполяция значений поправок между результивными точками, расположенными через 10 угловых минут, отличается от непосредственно определяемой величины в пределах $\pm 0,7$ мГал, когда высоты результивных точек изменяются от первых сотен метров до 2 км;
- требуется обоснование такой методики определения топографических поправок, которая обеспечивала бы возможность линейной интерполяции их значений в зависимости от высоты H_u и планового положения с использованием минимального числа интегральных параметров.

Выяснилось, что изменение величины топографической поправки в зависимости от высоты H_u связано со значением вертикального градиента (G) наподобие изменения поправок за свободный воздух в нормальном поле СТ (см. формулу (1)).

Определение значений величин G в равномерно расположенных по широте и долготе узловых точках планетарной ЦМР производилось с учетом разницы

топографических поправок на земной поверхности $\delta g(r_k, H_{i,j})$ и на эллипсоиде относимости $\delta g^0(r_k, H = 0)$ исходного нормального значения СТ γ_0 :

$$G(r_k, H_{i,j}) = \frac{\delta g(r_k, H_{i,j}) - \delta g^0(r_k, H = 0)}{H_{i,j}}, \quad (9)$$

где индексы « i » и « j » соответственно по широте и долготе.

На рис. 1 приведены обобщенные графики изменения величин G в зависимости от значения r_k в одной результирующей точке $B = 35^\circ, L = 90^\circ$ (рис. 1, а) и в зависимости от значения широт B в точках по меридиану с долготой $L = 80^\circ$ при $r_k = 200$ км (рис. 1, б).

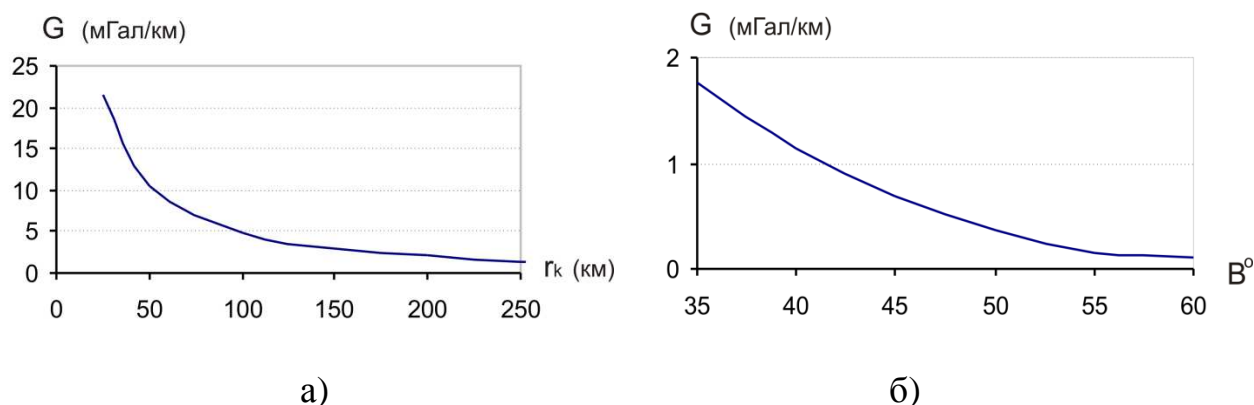


Рис. 1. Обобщенные графики изменения в величины G :

а) в зависимости от значения r_k ; б) в зависимости от значения широт B

Рис. 2 дополняет общее представление об особенностях изменения величины $G(r_k, H_{i,j})$.

При этом с целью сохранения степени разрешения при значительном различии значений $G_{i,j}$, в зависимости от величины r_k , графики «приведены» к уровню их минимального значения.

Из анализа всех графиков следует, что изменение значений $G(r_k, B, H_{i,j})$ весьма дифференцировано по величине при $r_k \leq 150$ км, особенно в зависимости от $H_{i,j}$. Максимум значений, соответствующий величине H_0 , как уже отмечалось, по мере увеличения величины r_k смещаются к нулю, переходя, по видимому, к отрицательному значению. Вместе с тем, видимое возрастание G с уменьшением величины B по рассчитанному профилю (см. рис. 1, б) фактически объясняется приближением внутренней границы дальней учитываемой области к районам высокогорья на юге России и сопредельных государств. Вычисления в различных по широте и долготе результирующих точках в интервале

реально существующих высот при величине $r_k = 200$ км показали, что значение параметра $G(r_k, B, H_y)$ изменяется практически линейно по вертикали (всего 0,004 мГал/км) и весьма плавно в пределах от 0 до 2,030 мГал/км в плане на территории России и в ближайшем ее окружении. Это свидетельствует о том, что параметр $G(r_k, B, H_y)$ при $r_k \geq 200$ км является интегральной величиной. Вычисление его величины, согласно формуле (9) с построением карты значений, в том числе в электронном виде, вполне может быть осуществлено с использованием планетарной ЦМР при задании отметок высот в узлах равномерной номенклатурной сетки через 10' по широте и долготе.

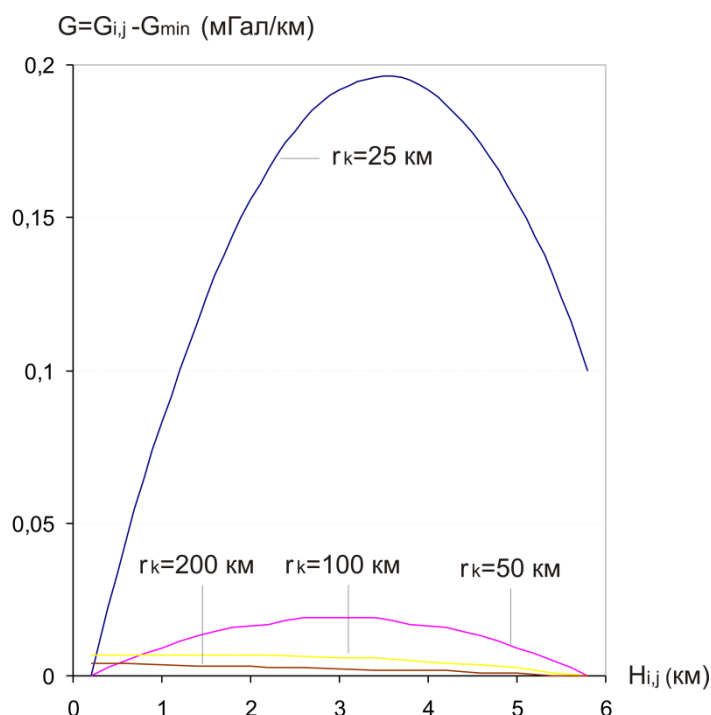


Рис. 2. Графики изменения величины $\Delta G = G(r_k, H_{i,j}) - G^{\min}(r_k)$ в зависимости от значений $H_{i,j}$ и r_k в точке при $B = 35^\circ, L = 90^\circ$

Выводы и предложения

В настоящее время имеется возможность (с учетом все возрастающей необходимости) определения АСТ в полной топографической редукции, а на ее основе – в других редукциях СТ.

Очевидно, что реализация вышеуказанной возможности для территории России потребует значительных затрат средств даже при дополнительной минимизации необходимых процедур с учетом огромного объема данных, полученных ранее.

В качестве одного из вариантов предлагается следующая последовательность действий.

1. Выполнение ревизии проведенных ранее гравиметровых съемок на земной поверхности, воздушных и морских (подземные, в том числе скважинные измерения требуют отдельного рассмотрения).

2. Систематизация результатов гравиметровых съемок (по номенклатурным листам) в масштабах от 1 : 1 000 000 до 1 : 25 000 с представлением карт и, особенно, каталогов в электронном виде.

3. Перевычисление значений нормальных высот пунктов измерения СТ в значения геодезических высот (или непосредственно измеренных, или с использованием данных об аномалиях высот) и перевычисление с учетом этого значений АСТ в свободном воздухе.

4. Проведение анализа методических особенностей определения значений АСТ в редукции Буге. Если при этом поправки за рельеф определялись ранее с учетом сферичности Земли и переменной величины плотности топографических масс [5, 8], то предварительно требуется проведение их коррекции с использованием интегральных параметров $\delta g_0, H_0$, а затем – перевычисление всех значений АСТ в редукции Буге – в неполной топографической редукции при $r_k = 200$ км с использованием интегрального высотного параметра \tilde{N} .

5. Чтобы получить значения АСТ в полной топографической редукции как для предварительно исправляемых, согласно указанному в п. 4, так и неисправленных номенклатурных листов, требуется для всей территории страны выполнить предварительную оценку оптимальных условий определения топографических поправок в центральной зоне и внешней области (до $r_k = 200$ км) согласно «Методическим рекомендациям» [1], а на их основе рассчитать и построить (по-планшетно), электронные карты значений интегральных параметров $\delta g_0, H_0$ и \tilde{N} и электронные таблицы изменения значений $\delta g'$. Их наличие обеспечит оперативное определение значений топографических поправок и АСТ в неполной топографической редукции (до $r_k = 200$ км) в точке измерения СТ по мере определения ее плановых координат и геодезической высоты.

6. Одновременно с определением параметров $\delta g_0, H_0$ и \tilde{N} требуется вычисление значений и построение электронных карт изменения интегральных параметров δg^0 и G с использованием планетарной ЦМР, значения которой могут быть представлены в узлах номенклатурной сетки через $10'$ по широте и долготе. Определение плановых координат и геодезической высоты пункта (точки) измерения СТ позволит оперативно вычислять значения топографической поправки за влияние масс промежуточного слоя в дальней области, а с учетом обеспечения реализации п. 5 – за влияние промежуточного слоя всей Земли и АСТ в полной топографической редукции.

Очевидно, что реализация определения АСТ в полной топографической редукции будет возможна только в рамках целевой Федеральной Программы с

привлечением высококвалифицированных специалистов и обеспечением координации единства действий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каленицкий А.И., Смирнов В.П. Методические рекомендации по учету влияния рельефа местности в гравirazведке: практическое руководство МинГео СССР. – СНИИГГиМС, 1981. – 171 с.
2. Каленицкий А.И. К проблеме повышения качества редуцирования гравитационного поля для геологической интерпретации. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1987. – 28 с. – Деп. ВИНТИ, № 6404-В87.
3. Каленицкий А.И. Еще раз о редуциях в гравиметрии // Вестник СГГА. – Новосибирск, 2006. – Вып. 11. – С. 98–110.
4. Шимбирев Б.П. Теория фигуры Земли: учебник. – М.: Недра, 1975. – 432 с.
5. Инструкция по гравirazведке / отв. редактор К.Е. Веселов. – М.: ВНИИГеофизика, 1980. – 80 с.
6. Дементьев Ю.В. Расчет топографических редуций силы тяжести по съемочным трапециям земного эллипсоида // Геодезия и картография. – 2008. – № 7. – С. 14–16.
7. Дементьев Ю.В. и др. Построение планетарной цифровой модели рельефа Земли для выполнения полной топографической редуции гравитационного поля / Ю.В. Дементьев, А.И. Каленицкий, Е.Н. Кулик, А.В. Черемушкин // Геодезия и картография. – 2010. – № 12. – С. 17–19.
8. Лукавченко П.И. Таблицы и номограммы для вычисления поправок силы тяжести за рельеф местности при съемки с гравиметрами. – М.: Гостоптехиздат, 1951. – 39 с.

Получено 02.11.2011

© Ю.В. Дементьев, А.И. Каленицкий, 2011

УДК 528.48:551

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Ольга Геннадьевна Павловская

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры высшей математики СГГА, тел. (383)343-18-53, e-mail: ogpav@ngs.ru

Валерий Степанович Хорошилов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, заведующий кафедрой высшей геодезии СГГА, тел. (383)354-82-55

В статье рассматривается методика выделения статистически однородных оползневых зон по результатам многолетних геодезических наблюдений за перемещениями оползневых склонов правого берега реки Ангары в зоне примыкания строящейся каменно-набросной плотины Богучанской ГЭС.

Ключевые слова: основные техногенные воздействия, оползневые процессы, статистически однородные оползневые зоны, оползневый склон, геодезические наблюдения, совокупность признаков, смещение склонов.

STATISTICAL INVESTIGATIONS OF LANDSLIDE PROCESSES BY THE RESULTS OF GEODETIC OBSERVATIONS

Olga G. Pavlovskaya

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., senior lecturer of higher mathematics department SSGA, tel. (383)343-18-53, e-mail: ogpav@ngs.ru

Valery S. Khoroshilov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Prof. Dr, Chief of the department of higher geodesy, SSGA, tel. (383)354-82-55

The paper deals with the techniques for homogeneous landslide zones determination by the results of the long-term geodetic observations of the Angara right bank slope displacement in the joining zone of Boguchan power project rockfill dam.

Key words: main technogenic influence (effect), landslide process, statistically homogeneous landslide zones, landslide slope, geodetic observations, combination of features (elements), slopes displacement.

Особенности развития оползневых процессов определяются многочисленными факторами, основными из которых являются: геологическое строение и рельеф склона, гидрогеологические и климатические условия, тектонические движения, характер растительности, хозяйственная деятельность человека и ряд других. Однако, при изучении существующего оползневого процесса в зоне строительства Богучанской ГЭС пришлось столкнуться с проблемой недостаточности информации не только о климатических и гидрогеологических факторах, влияющих на развитие оползней в период наблюдений, но и о времени

и местах проведения взрывных работ, как основных техногенных воздействиях на оползневые склоны [1]. Вследствие неполноты информации об оползневом процессе возникают определенные несоответствия разрабатываемых моделей и реального объекта, что вносит некоторый элемент неопределенности при прогнозировании.

В работе [2] на основании данных многолетних геодезических наблюдений представлены результаты раздельного формирования разнознаковых групп перемещений оползневого склона, отражающих различную природу реакции склона на взрывы и разгрузку; центрирование каждой из этих частей процесса с выделением плюсовой и минусовой трендовой составляющей.

Для дальнейшего выявления особенностей сложного развития оползневых процессов и возможности построения прогнозных математических моделей необходимо решить следующие задачи:

- формирование по геодезическим данным статистически однородных групп перемещений оползневых масс;
- выявление изменений в составах этих статистически однородных групп в различные периоды наблюдений, так как именно эти изменения позволяют судить об изменении силы и характера факторов, воздействующих на оползневой процесс.

Так как полученная исходная совокупность перемещений оползневого склона, как правило, является неоднородной, то ставится задача научно обоснованного установления границ между однородными частями данной совокупности. В качестве инструментария для формирования статистически однородных групп оползневых перемещений в нашем случае использовался параметр – коэффициент вариации V_x , характеризующий в относительной мере степень рассеивания значений исследуемого признака [3].

Допустим, имеется совокупность данных перемещений оползневого склона. Объем этой совокупности – n единиц; средняя арифметическая величина – \bar{x} ; среднее квадратическое отклонение – σ_x ; коэффициент вариации – V_x . Статистические данные расположены в ранжированный ряд. Требуется определить объем их совокупности, включающей некоторые значения x_i , начиная с x_{min} или x_{max} . Обозначим объем этой совокупности данных через n_1 , его долю в объеме общей совокупности – k_1 , а статистические характеристики – \bar{x}_1, σ_1, V_1 .

Один из вариантов решения вопроса при определении величины интервалов при формировании статистически однородных групп показан в работе [4]. В данной работе автор для определения интервалов при группировке принял следующие условия:

- групповые средние должны существенно отличаться от общей средней;
- выделяемая часть совокупности должна быть однородной в отношении рассматриваемого признака x_i ;
- внутригрупповая дисперсия по выделяемой части совокупности не должна быть большой по своей величине;

– внутригрупповые дисперсии в статистическом смысле должны быть примерно равны между собой, то есть при соответствующих степенях свободы дисперсии существенно не отличаются друг от друга.

По устанавливаемому пределу коэффициента вариации V_x определяется наиболее целесообразное число групп путем вычисления количества элементов, входящих в нее, и таким образом, исходная неоднородная совокупность разбивается на ряд однородных частей. Совокупность признаков считается однородной при $0,25 \leq V \leq 0,33$ [3].

Основные этапы формирования по геодезическим данным статистически однородных групп перемещений оползневых масс реализованы нами в следующей последовательности.

1. По значениям коэффициента вариации V_x и объема n исходной совокупности определяется верхняя граница коэффициента вариации V_1 , значение которого согласно [4] вычисляется по формуле:

$$V_1 < \frac{V[n\sqrt{\alpha} - Vt\sqrt{n\alpha(1+0,5\alpha)}]}{n - V^2t^2(1+0,5\alpha)}, \quad (1)$$

где $\alpha = 1 - \left(\frac{\sqrt{n+4t^2} - \sqrt{n}}{2t} \right)^2$; $\beta' = V^2V_1^2t^2$ – промежуточные коэффициенты,

используемые для упрощения вида формулы (1); t – коэффициент, соответствующий принятому уровню вероятности в различии средних, рассчитываемый по формуле:

$$t = \frac{|\bar{x} - \bar{x}_1|}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n} + \frac{\sigma_1^2}{n_1}}} > 3. \quad (2)$$

При этом величина коэффициента t согласно [3] должна быть $t \geq 3$; в наших расчетах принимаем $t = 4$, что обеспечивает вероятность, равную 0,999.

Если вычисляемое по формуле (1) значение коэффициента вариации в группе $V_1 > 0,33$, то принимаем значение V_1 равным 0,33. Если $V_1 \leq 0,33$, то принимаем значение V_1 равным величине, не превышающей верхней границы (это может быть значение из полученного интервала (0,25; 0,32)).

2. Вычисляем значение величины k_1 (долю в объеме общей совокупности) в первой выделяемой группе согласно [4] по формуле:

$$k_1 = \frac{\alpha\beta'}{n(V_1 - V\sqrt{\alpha})^2 - \beta'}. \quad (3)$$

3. Определяем объем совокупности данных n_1 , представляющей первую группу:

$$n_1 = k_1 n. \quad (4)$$

4. Для оставшейся части совокупности в количестве $(n - n_1)$ элементов определяем коэффициент вариации: если он больше 0,33, то повторяем операции с 1 по 3, пока не будет исчерпана первоначальная совокупность. Если полученная величина коэффициента вариации $V_1 \leq 0,33$, то образование однородных групп считаем законченным.

Перед началом исследований предварительно было выполнено группирование вычисленных ранее значений вертикальных перемещений наблюдаемых реперов на группы с отрицательными и положительными значениями, показывающими реакцию оползневого процесса в условиях проведения взрывных работ и последующую разгрузку оползневого склона. В отдельную группу выделены реперы, для которых значения перемещений равны нулю.

Нормальность распределения всей исходной совокупности исследуемого оползневого процесса выполнялась приближенным методом с использованием критериев асимметрии и эксцесса [5]. Убедившись в нормальности распределения, осуществляем этапы (с 1 по 4) формирования по геодезическим данным статистически однородных групп перемещений оползневых масс. В каждой вновь образованной группе вычисляем статистические характеристики: среднее значение, стандарт, коэффициент вариации (табл. 1).

Таблица 1

Этапы вычисления статистических характеристик для первых двух выделяемых групп

	Этапы вычислений, i	
	1	2
сумма x	-51,00	-16,00
\bar{x}	-3,643	-1,778
дисперсия	8,709	1,194
σ_x	2,951	1,093
V_x	0,81	0,61
n	14	6
t	4	4
α	0,595	0,520
$V_{i<}$	0,31	0,23
$V_{i,пред}$	0,25	0,21
β'	0,656	0,242
k_i	0,298	0,433
n_i	4	4

В табл. 2 представлены результаты формирования статистически однородных групп. По данным таблицы видно, что фактическая средняя величина в каждой группе близка к середине соответствующего интервала, а это возможно лишь при условии достаточной однородности данных частей совокупности.

О том, что такая однородность достигнута, свидетельствуют фактические значения коэффициентов вариации, полученные в каждой группе. Средние арифметические величины по каждой группе существенно отличаются от общей средней.

Таблица 2

Результаты окончательной группировки статистически однородных групп

Номер группы	Номер реперов	\bar{x}	Середина интервала	σ_x	V	Число реперов
1	22, 21, 23, 24, 67	-7,00	-7,00	2,000	-0,29	5
2	69,68, 28, 61	-2,75	-3,00	0,957	-0,35	4
3	27, 29, 62, 64, 65	-1,00	-1,00	-	-	5
4	25,26,30,35,36,37,63,66	0	0	-	-	8
5	38, 56, 32, 57, 31	1,60	1,50	0,548	0,34	5
6	39,60, 46, 47, 58, 59, 33, 40	4,75	4,50	1,165	0,25	8
7	43, 48, 49, 50, 51, 42, 41, 44, 52, 34, 53, 54, 45, 55	8,29	9,50	2,007	0,25	14

Результаты реализованной методики выделения статистически однородных групп в различные периоды наблюдений позволяют в дальнейшем выявить изменения в составах этих групп, так как именно по характеру этих изменений можно судить о вариации силы и характера факторов, воздействующих на оползневой процесс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуляев Ю.П. Прогнозирование деформаций сооружений на основе результатов геодезических наблюдений. – Новосибирск: СГГА, 2008. – 256 с.
2. Васильев Е.А., Гуляев Ю.П., Павловская О.Г. О повышении эффективности геодезических исследований динамики оползневых склонов // Геодезия и картография. – 2010. – № 9. – С. 6–9.
3. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений / Н.В. Смирнов, И.В. Дунин и др. – М.: Наука, 1969. – 512 с.
4. Сиськов В.А. Об определении величин интервалов при группировках // Вестник статистики. – 1971. – № 12. – С. 3–11.
5. Румшинский Л.З. Элементы теории вероятностей. – М.: Наука, 1971. – 256 с.

Получено 18.10.2011

© О.Г. Павловская, В.С. Хорошилов, 2011

УДК 550.3+539.3

ПРОГНОЗ ПАРАМЕТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Леонид Анатольевич Назаров

Институт горного дела СО РАН, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 54, заведующий лабораторией горной информатики ИГД СО РАН, доктор физико-математических наук, тел. (383)217-24-46, e-mail: naz@misd.nsc.ru

Лариса Алексеевна Назарова

Институт горного дела СО РАН, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 54, главный научный сотрудник ИГД СО РАН, доктор физико-математических наук, тел. (383)217-24-46, e-mail: naz@misd.nsc.ru

Марина Петровна Козлова

Институт геологии и геофизики им. Трофимука, 630090, Россия, г. Новосибирск, пл. Академика Коптюга, 3, научный сотрудник ИНГГ СО РАН, тел. (383)333-03-99, e-mail: KozlovaMP@ipgg.nsc.ru

В работе предложена методика количественной оценки фокальных параметров готовящегося сейсмического события по геодезическим данным. Очаг предстоящего сейсмического события ассоциируется с аномальной зоной в окрестности тектонического нарушения и моделируется точечным источником типа «двойная сила с моментом».

Ключевые слова: параметры, аномальные зоны, поле деформаций, смещение земной коры, комплексный анализ сейсмологических данных.

EARTHQUAKE PARAMETERS FORECAST BY GEODETIC OBSERVATIONS

Leonid A. Nazarov

Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630091, Russia, Novosibirsk, Krasniy Prosp., 54, chief of the mining information laboratory of Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Dr., tel. (383)217-24-46, e-mail: naz@misd.nsc.ru

Larisa A. Nazarova

Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630091, Russia, Novosibirsk, Krasniy Prosp., 54, chief scientific associate, Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Dr., tel. (383)217-24-46, e-mail: naz@misd.nsc.ru

Marina P. Kozlova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS (IPGG), 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptuyug av. 3, scientific associate of Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS (IPGG), tel. (383)333-03-99, e-mail: KozlovaMP@ipgg.nsc.ru

In the paper we propose a technique for quantitative determining parameters of an imminent seismic event focus using geodetic data. The source of the prepared seismic event describes as an anomalous zone in the vicinity of a tectonic fault and simulates by point source as «double force with a moment».

Key words: parameters, anomalous zones, deformation field, the earth's crust displacement, seismological data, comprehensive analysis.

Накопленная в последние годы по GPS данным информация о смещениях земной поверхности позволяет моделировать квазистационарные процессы деформирования геологической среды, которые предшествуют динамическому событию (например, землетрясению).

На рис. 1 стрелками показаны среднегодовые смещения пунктов GPS юга Западной Сибири относительно пункта «Новосибирск», которые фиксировались в течение трех лет до Алтайского землетрясения 27.09.2003 [1].

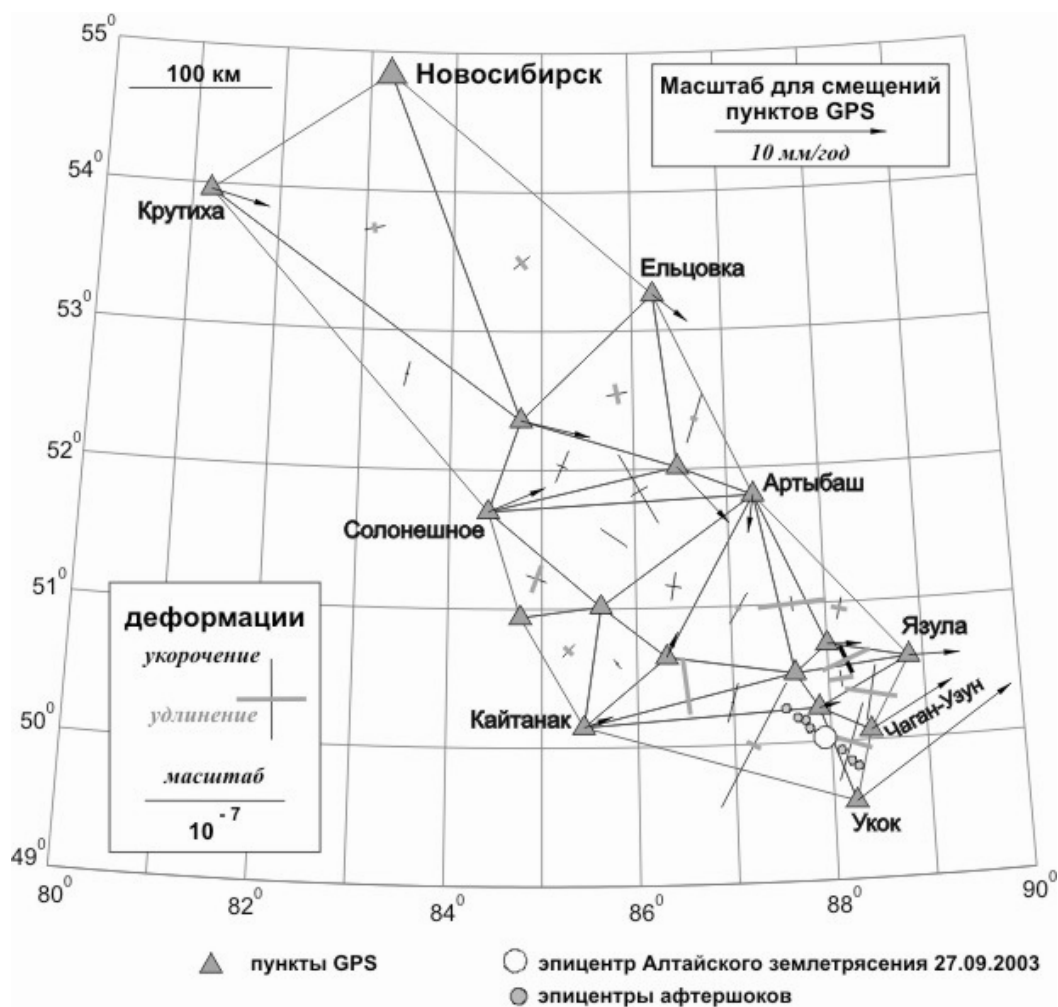


Рис. 1. Главные деформации юга Западной Сибири, вычисленные по GPS данным 2000–2003 гг.

Посредством триангуляции области рассчитаем главные деформации ϵ_1 и ϵ_2 (черные линии – укорочение, серые – удлинение) (см. рис. 1). Можно заметить, что в южной части представленного региона происходило локальное повышение деформаций. Сделаем количественную оценку фокальных характеристик землетрясения, которое могут вызвать накопленные за указанный период времени напряжения.

Рассмотрим параллелепипед G (рис. 2) в декартовой системе координат. Ось z вертикальна, а x и y ориентированы по направлениям действия главных горизонтальных напряжений, которые характеризуются коэффициентами бокового отпора q_x и q_y [2]. В области G расположен тонкий слой T мощностью Δ , моделирующий тектоническое нарушение с углом простираания α и углом падения $90^\circ - \beta$.

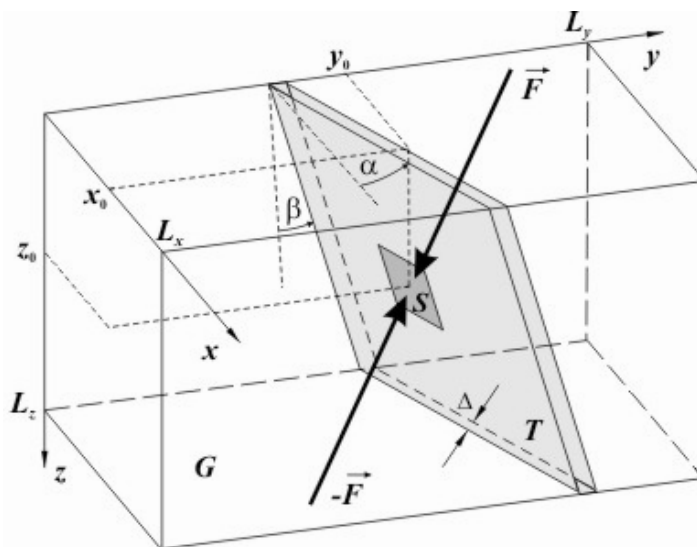


Рис. 2. Схема расчетной области и модель эквивалентного источника

Всюду в G выполнены уравнения равновесия, в области G/T деформирование среды описывается законом Гука, а в T – следующими соотношениями [3]:

$$\sigma(P) = K_n^0 P H(P) / (1 - P / P_*); \quad (1)$$

$$\tau_m(R_m) = K_t R_m H(R_m - R_*) + \tau_* H(R_* - R_m), \quad (m = 1, 2), \quad (2)$$

где P и R_m – конвергенция и проскальзывания границ T ; P_* и R_* – их предельные значения; K_n^0 – начальная нормальная жесткость; $K_t = \tau_* / R_*$ – касательная жесткость; H – функция Хевисайда.

Граничные условия заданы следующие:

$$\begin{aligned} u_x(0, y, z) &= 0; & \sigma_{xx}(L_x, y, z) &= q_x \sigma_V(z); \\ u_y(x, 0, z) &= 0; & \sigma_{yy}(x, L_y, z) &= q_y \sigma_V(z); \\ u_z(x, y, L_z) &= 0; & \sigma_{zz}(x, y, 0) &= 0, \end{aligned} \quad (3)$$

все касательные напряжения на ∂G – нулевые, $\sigma_V(z) = \rho g z$.

Подготовка землетрясения начинается с возникновения на разломе участка S (см. рис. 2) с аномальными свойствами либо зоны концентрации напряжений [4]. В результате в среде происходит изменение поля деформаций.

Текущие жесткости нарушения увеличиваются с возрастанием нормального напряжения, поэтому возникновение аномальной зоны будем моделировать изменением жесткости. В качестве входных данных для задачи определения параметров аномальной зоны будем использовать приращения d_{ij} компонентов тензора деформаций на свободной поверхности.

Решение задачи осуществлялось методом конечных элементов с использованием кода ЗМКЭГК [5].

Определить конфигурацию, местоположение и свойства участка S по известным d_{ij} практически невозможно, поскольку на расстояниях порядка нескольких диаметров S все особенности дополнительного поля деформаций нивелируются (принцип Сен-Венана [6]). Поэтому воспользуемся идеей построения эквивалентного точечного источника, широко применяющейся при интерпретации сейсмических данных [7], используя d_{ij} – априорные данные об очаге возможного сейсмического события.

Будем искать источник, создающий в невесомой ($\rho=0$) области G поле деформаций, которое на поверхности $z=0$ близко к d_{ij} в дискретном множестве точек $(x_k, y_k)_{k=1...K}$. Будем строить эквивалентный источник типа «пара сосредоточенных сил с моментом», приложенным на разных берегах разлома, это одна из распространенных моделей очага землетрясения [8].

На рис. 3 *а, б* показано распределение приращений компонентов тензора деформаций d_{xx} и d_{xy} на свободной поверхности при возникновении аномальной зоны S – прямой призмы $2 \times 2 \times 0,1$ км с координатами центра $x_s = 5$ км, $y_s = 25$ км, $z_s = 5$ км; $f = 1,05$; $\alpha = 0$; $\beta = 15^\circ$; $\Delta = 0,1$ км; $q_x = 0,33$, $q_y = 0,6$ (сбросовый тектонический режим [2]). На рис. 3 *в, г* представлены изолинии деформаций $\varepsilon_{xx}(x, y, 0)$ и $\varepsilon_{xy}(x, y, 0)$ при действии источника типа «пара сил с моментом», параметры которого ($F_x = 0$, $F_y = 0,64 \cdot 10^{13}$ Н, $F_z = 0,89 \cdot 10^{13}$ Н, $x_0 = x_s$, $y_0 = y_s$, $z_0 = z_s$) найдены в результате минимизации функции Φ . Отметим хорошее количественное соответствие этих полей (относительная ошибка менее 10 %), хотя эквивалентный источник строился только по информации о сдвиговых поверхностных деформациях.

В [9] получены эмпирические зависимости площади разрыва в очаге $S(M)$ и амплитуды силы $F(M)$ от магнитуды землетрясения M , используя которые, можно оценить следующие параметры $S(4) = 4,38$ км², $F(4) = 1,03 \cdot 10^{13}$ Н. Эти значения количественно хорошо соотносятся с результатами расчетов.

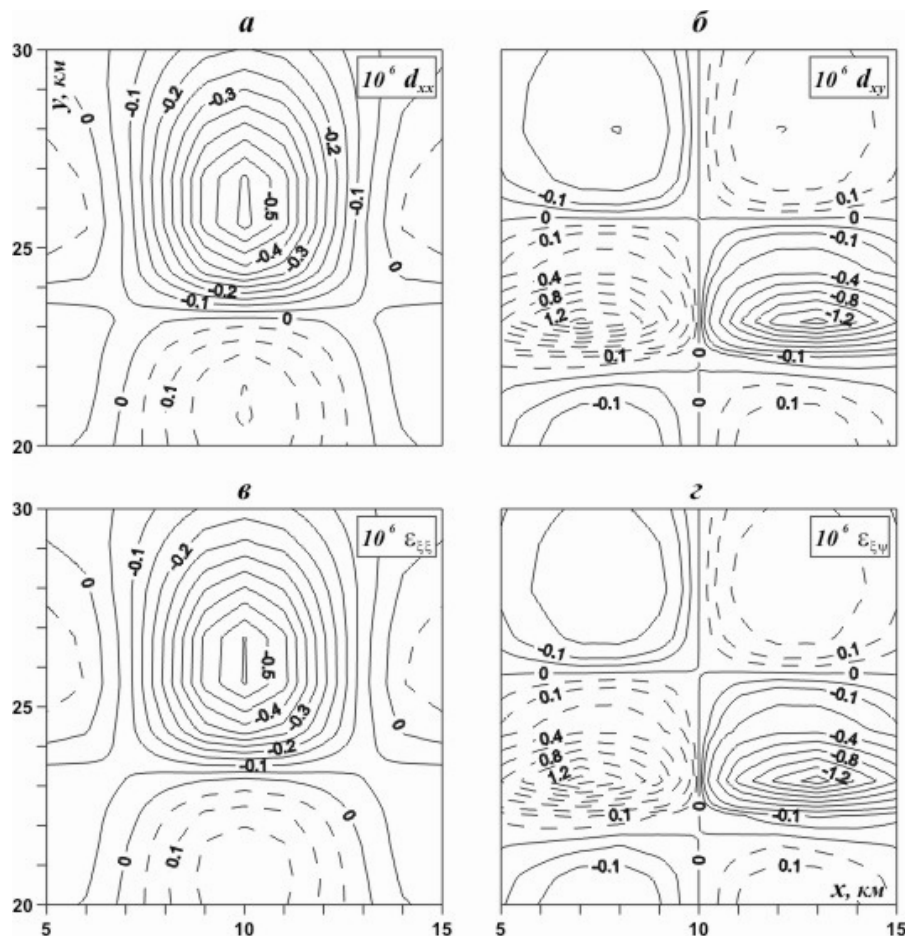


Рис. 3. Приращения горизонтальных компонентов тензора деформаций на дневной поверхности, обусловленные:
a, б – возникновением аномальной зоны; *в, г* – действием эквивалентного источника

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поля смещений земной поверхности в зоне Чуйского землетрясения, Горный Алтай / С.В. Гольдин, В.Ю. Тимофеев, Д.Г. Ардюков // ДАН. – 2005. – Т. 405, № 6. – С. 804–809.
2. Назарова Л.А. Использование сейсмотектонических данных для оценки полей напряжений и деформаций земной коры // Физ.-тех. пробл. разраб. пол. ископ. – 1999. – № 1. – С. 28–36.
3. Barton N.R. Deformation phenomena in jointed rock // Geotechnique. – 1986. – V. 36, № 2. – P. 147–167.
4. К вопросу о классификации горных ударов / Е.И. Шемякин, М.В. Курленя, Г.И. Кулаков // Физ.-тех. пробл. разраб. пол. ископ. – 1986. – № 6. – С. 3–11.
5. Назарова Л.А. Моделирование объемных полей напряжений в разломных зонах земной коры // ДАН. – 1995. – Т. 342, № 6. – С. 804–808.
6. Новацкий В. Теория упругости. – М.: Мир, 1975. – 872 с.
7. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Т. 1. – М.: Мир, 1983. – 519 с.
8. Райс Дж. Механика очага землетрясения. – М.: Мир, 1982. – 217 с.
9. Ризниченко Ю.В. Проблемы сейсмологии. – М.: Наука, 1985. – 408 с.

Получено 01.11.2011

© Л.А. Назаров, Л.А. Назарова, М.П. Козлова, 2011

УДК 528.48

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Фолькер Швицер

Технический университет, Германия, г. Штутгарт, Институт прикладной геодезии

Ли Чжан

Технический университет, Германия, г. Штутгарт, Институт прикладной геодезии

Йюрген Швейцер

Технический университет, Германия, г. Штутгарт, Институт прикладной геодезии

Известно, что инженерная геодезия тесно связана со строительством, включает в себя съемку, монтаж и контроль. Инженерная геодезия создает геометрическую основу строительного процесса, а также контролирует его результаты. Кроме того, инженеры-геодезисты применяют модели качества и параметры качества, которые отличаются от характеристик качества в других дисциплинах, например, в электронике. Назрела необходимость в моделях качества, общих для строительства и инженерной геодезии, которые могли бы применяться в строительном процессе.

В статье рассматриваются два проекта, которые в настоящее время разрабатываются в Институте инженерной геодезии Штутгартского университета. Оба проекта дают полное описание качества в рамках процесса строительства. Один из проектов связан с фундаментальным исследованием описания качества процессов инженерной геодезии на основании полной модели качества. Применение математически точного параметра качества осуществляется различными методами. Другой проект ориентирован на применение, его главной задачей является качество всего процесса, включая конечный продукт. Модель качества упрощается с учетом потребностей малых и средних предприятий. Первый проект применяется для инженерных процессов (для объемно-переставных опалубок), второй – при строительстве жилых домов. В статье проводится сравнение двух проектов, показана их взаимосвязь, а также преимущества и недостатки каждого из них.

Ключевые слова: модель качества, строительный процесс, процесс инженерно-геодезических изысканий, сеть Петри.

QUALITY ASSESSMENT OF GEODETIC WORKS IN CONSTRUCTION

Volker Schwieger

University of Stuttgart, Institute of Engineering Geodesy (IIGS), Germany, D-70174, Stuttgart, Geshwister-School.24D

Li Zhang

University of Stuttgart, Institute of Engineering Geodesy (IIGS), Germany, D-70174, Stuttgart, Geshwister-School.24D

Jürgen Schweitzer

University of Stuttgart, Institute of Engineering Geodesy (IIGS), Germany, D-70174, Stuttgart, Geshwister-School.24D

In general, engineering geodesy has a strong relationship to construction and especially to construction processes. It is responsible for surveying and setting out as well as for monitoring tasks. Engineering geodesy delivers the geometric base for the construction process. Additionally, it controls the results of the process. Besides, engineering geodesists have a broad knowledge regarding quality models, quality parameters as well as quality propagation. With respect to other disciplines like transport telematics or electronic engineering, the quality characteristics and parameters are different. In comparison to construction engineering the quality description is already advanced, since construction quality means to avoid quality defects by keeping the given tolerances. This leads to the conclusion that there is a need for quality models and propagation methods at the borderline of construction engineering and engineering geodesy, with other words within the construction process.

This article focuses on two research projects currently carried through at the Institute of Engineering Geodesy at the University of Stuttgart (IIGS). Both deal with the complete description of quality within the construction process. One focuses on fundamental research and congruously on the detailed quality description of engineering geodesy processes on quality parameter level based on a complete quality model. Here the mathematical correct quality parameter propagation is realized by different methods, e.g. Monte Carlo Simulation leading to reliable information at the interfaces to the construction process. The other project is application-oriented and focuses on the Total Quality of the entire process, taking into account the product, too. The quality model is application-oriented and simplified in order to take into account the needs of the Small and Medium Enterprises (SMEs). The quality is measured on a rough scale using so-called checks. The first project is applied to the engineering processes that are needed for climbing formworks, and the second to the construction of residential houses. The article compares the two projects, presents the respective advantages and disadvantages and shows the interrelationships.

Key words: Quality Model, Construction Process, Engineering Geodesy Process, Petri-Net.

1. INTRODUCTION

Quality is an important characteristic related to any product and to any process. This applies to economy, since “good quality” is a criterion to buy a product. But it also applies to science, because nobody would trust in research results that are not evaluated with respect to their quality like accuracy and correctness.

Geodesy and engineering geodesy had and have a strong focus on quality since the early days. Nevertheless a complete quality model considering processes and products does not exist. The same is valid for civil engineering, especially construction processes. In engineering geodesy the theory of geodetic networks comprises the characteristics accuracy, reliability, and sensitivity, but is restricted to a very narrow domain: the geodetic networks. In civil engineering the only known quality parameters are tolerances.

To obtain a broad idea how such a model looks like in theory and practice, it is necessary to have a look at the neighboring disciplines like civil engineering software development, data management and transport telematics. At the IIGS a model with two-tiers (characteristics and parameters) was developed for transport telematics (Wiltschko 2004). This is the base for the models described in the following.

This article focuses on two research projects currently carried through at IIGS. Both deal with the complete description of quality within the construction process.

One focuses on fundamental research and congruously on the detailed quality description of engineering geodesy processes on quality parameter level based on a complete quality model. Here, the mathematical correct quality parameter propagation is realized by different methods, e.g. Monte Carlo Simulation leading to reliable information at the interfaces to the construction process. The other project is application-oriented and focuses on the Total Quality of the entire process taking into account the product, too. The quality model is application-oriented and simplified in order to take into account the needs of the Small and Medium Enterprises (SMEs). The quality is measured on a rough scale using so-called checks. The first project is applied to the engineering processes needed for climbing formworks and the second to the construction of residential houses. The article compares the two projects, presents the respective advantages and disadvantages and shows the interrelationships.

2. DEFINITION OF QUALITY

Quality is an important feature needed for the description of products and processes. In general the quality description of products is well known, despite the fact that the quality description of processes is not familiar to everybody and therefore needs more concentration within research. Within this paper the authors will deal with both components. According to DIN EN ISO 9000 quality is the “degree to which a set of inherent characteristics fulfils the requirements” (DIN EN ISO 9000, 2005).

The basis of each quality management system and each quality assurance measure should be a well-justified quality model that is product- as well as process-related. A quality model is a conceptual framework in which the abstract term of quality is gradually divided into individual aspects and thus the abstract term is substantiated. When using a quality model the quality of a product or process should be completely describable and comparable. This means that you need a theoretical definition as well as the realization of this theory by measurable parameters that can be used to define requirements too. For some quality models, e.g. for data management (ISO 2001) a three-tiered model is in use justified by this application. Regarding the construction applications as well as examples from the transport telematics domain (Wiltschko 2004), a two-tiered model is considered to be suitable. Quality is defined by different characteristics that are purely conceptual. One level lower the parameters describe the measurable quantities that are used to quantify the quality of a product or a process. For engineering geodesy the best known characteristic is accuracy. Parameters to substantiate accuracy is e.g. the well-known standard deviation. Despite this, in civil engineering the only known parameters are tolerances that substantiate the characteristic correctness.

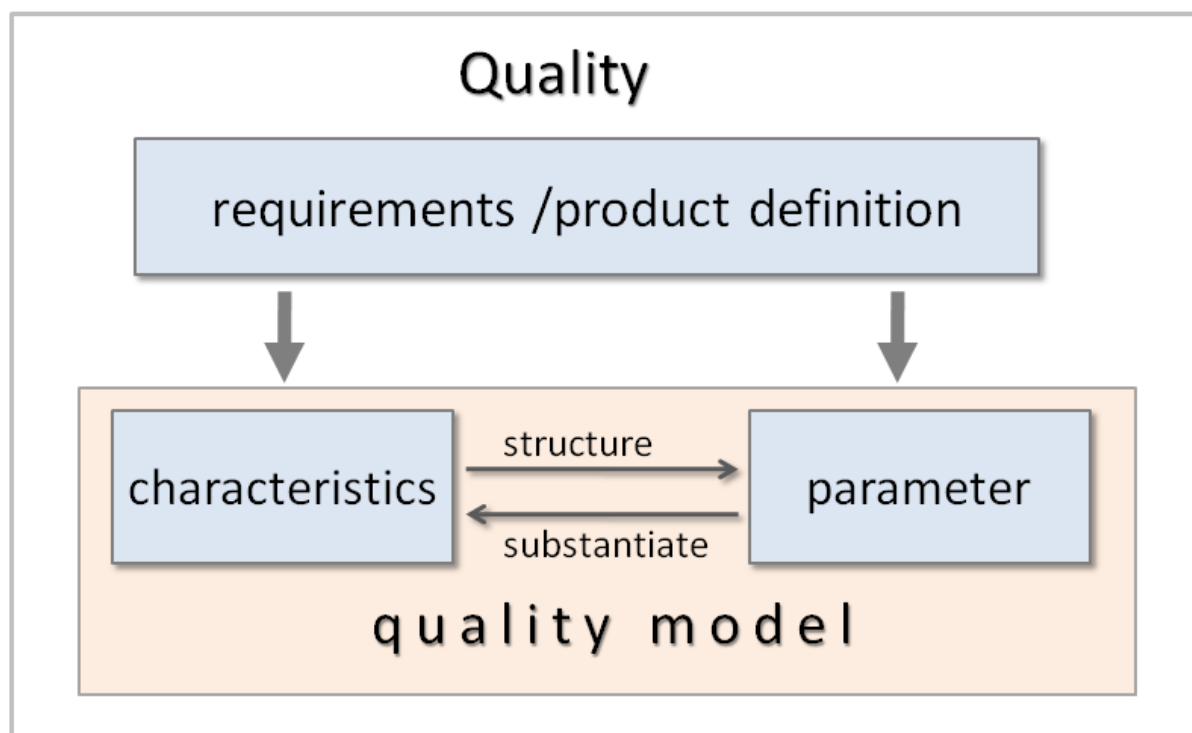


Figure 1: Definition of a quality model (Schweitzer & Schwieger 2011)

Fig. 1 represents the relationship between characteristics and parameters, and the term “quality” is presented in conjunction with a quality model. A quality model should be complete according to the actual group of products or processes, this means that it is driven by the application. All requirements should be represented by characteristics and parameters.

The parameters are quality measures which describe the quality by means of parameter values. In Table 1 the possible parameter types according to ISO/TS 19138 (ISO/TS 2006) are given.

Table 1: Parameter types for the quality model (Schweitzer & Schwieger 2011)

Parameter type	Definition	Example	Value type
measure	Number or quantity that records a directly observable value or performance. All measures have a unit attached to them.	5 cm, 0.01 gon	real
indicator	Indicator that presents a binary yes/no answer for an item	True / False	boolean
count	Total number of items that are subject to yes/no decisions	5	integer (1..n)
rate	Number of yes / no decisions with respect to the total number of items	$5:10 \cdot 100 = 50 \%$	percentage % (0..100)

3. QUALITY IN CONSTRUCTION PROCESSES

3.1 Project Background

The project QuCon „Development of a Real Time Quality Support System for the Houses Construction Industry“ is granted within the EU CORNET Programm and showed a life span from February 2009 to January 2011. Currently the final reports are written. CORNET is a network for information exchange. It creates opportunities to set up transnational collective research and to promote close cooperation between the responsible national/regional ministries and agencies across Europe. The research is focused on the necessities of small and medium sized enterprises (SMEs) and therefore is application-oriented.

The main goal of QuCon was to develop a cost-effective innovative real-time quality assurance tool suitable for the houses construction industry. The main objectives of the project were:

- Investigating and analyzing the building process from project initiation to commissioning,
- Developing a quality model and quality parameters as well as assurance indices,
- Optimising the indices with respect to time and money,
- Developing a prototype software appropriate for SMEs.

The project management is mainly effected by „Federation for Quality Research and Science“ (FQS, Germany) and the partner association „Cyprus Association for Quality“. There were four work packages dealing with the main objectives described before.

The IIGS was cooperating with the other research partners: the Frederick Institute of Technology and Synectics Ltd, both from Cyprus. The participating SMEs of Cyprus and Germany were directly integrated into the project in so called SME-Meetings, where the research results were intensively discussed. The focus of IIGS within this project was the development of a consistent quality model for the building of residential houses. This quality model distinguishes between quality of products and of processes; the characteristics are partly concretized with parameters. The model is able to calculate the quality assurance indexes in real time and in post-processing.

The targets of the project are entirely reached. At first the prototype software has been presented to the Cyprus SMEs. Currently the same is realised for the German SMEs.

3.2 Quality Model

The developed tool of QuCon should help the SMEs not only to improve the final product, but also the quality of their work (processes). For this reason an intensive discussion took place and the project team defined a complete quality model for construction processes for residential houses. Later on, when the characteristics should be substantiated by parameters, the participating SMEs realize the need for a more simplified model well-suited for practical applications in their enterprises. Despite this final decision the authors present all inherent characteristics of construction processes in this paper. For exemplary parameters and measurement

methods the authors refer to Schwieger et al. (2010). Finally the reduced application-oriented model is presented.

3.2.1 Process related quality characteristics

Expense: *Adherence to the expense plan.* The (sub-) process is carried out within / exceeds / falls below the budget.

Timeliness: *Adherence to the time schedule.* The (sub-) process begins and ends at the scheduled points of time / shows a time delay / is ahead the time schedule.

Process-Correctness: *Adherence to the predetermined procedure.* The predetermined procedure regarding the correctness can be deduced from laws, standards, the generally recognized codes of practice and the technical demands written in the contract. Correctness is regarded with respect to the technical demands; e.g. correct sequence of working steps or of compliance with all regulations. These criteria may be fulfilled, partly fulfilled or not fulfilled.

Resources: *Adherence to the predetermined resources.* The (sub-) process is carried out within/ exceeds / falls below the predetermined resources. In any case the resource rate has an influence on the timeliness and on the expenses, since any lack in resources lead to an increase of expenses or of the time spent, or of both.

Synchronization: *Adherence to the overall predetermined inter-process workflow.* This quality characteristic addresses different processes that depend on each other. These (sub) processes begin and end at the scheduled points of time / show a time delay / are ahead the time schedule with respect to the related processes.

3.2.2 Product related quality characteristics

Availability: *Overall quality characteristic that takes into account all other definitions.* Product is completed at the required point of time within the budget using the planned resources. The characteristic is not purely product related. It is the combination of process- and product-related characteristics.

Completeness: *Adherence to defined completeness of product.* Product is completed correct as defined and planned or it is fragmentary.

Condition: only correctly realized products are counted as completed.

Product-Correctness: *Adherence to demands, requirements, standards, generally recognised codes of practice and technical demands written in the contract.* The demands, requirements, standards, etc. are fulfilled or not fulfilled. Two variants have to be distinguished:

a) The correctness of the product is measurable. These characteristics can be parameterized using accuracy parameters. If their accuracy exceeds the tolerance from the standards, demands, etc., the product is incorrect.

b) Some characteristics are not measurable. In these cases there are checks only, e.g. visual controls. If requirements are not fulfilled, the product is incorrect.

Accuracy: *Degree of adherence to demands, requirements, standards, generally recognized codes of practice and technical demands written in the contract.* Accura-

cy is the basis for correctness decisions of variant a) of product-correctness. In general it takes into account random deviations only.

3.2.3 Reduced application-oriented quality model

The quality characteristics (resources, synchronization and process-correctness) were eliminated after taking the requirements of the SMEs into consideration. Finally, the product characteristics “completeness”, “correctness” and “accuracy” as well as the process characteristics “expenses” and “timeliness” were considered. Fig. 2 shows the basic structure of this quality model. The availability is equivalent to an overall quality characteristic, which takes into account all other characteristics and thus it is defined differently with respect to e.g. Wiltshko (2004). The use of the process-related characteristics is elective. The German SMEs are eager to include these characteristics. For the Cyprus case the team firstly excluded them from the model. After the feedback of the SMEs at the end of the project the team is considering to include these two characteristics again.

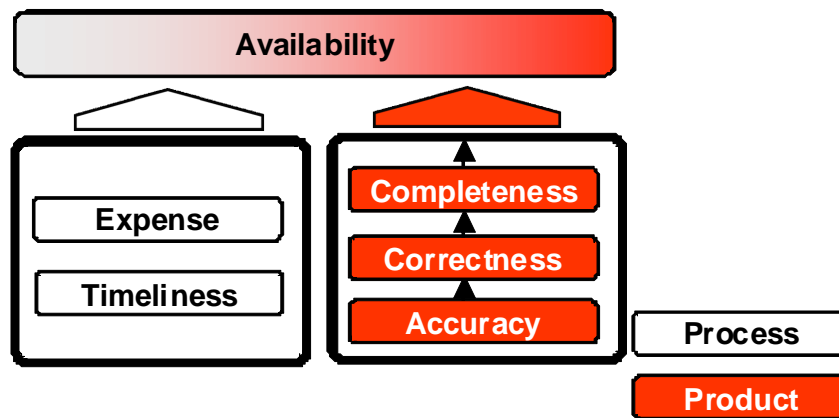


Figure 2: Basic structure of reduced QuCon quality model (Schwieger et al. 2010)

The process-related characteristics are substantiated in the following way:

Expense rate

$$S_j^{\text{exp}} = \frac{E_j^b}{E_j^a} \quad (1)$$

with E^a actual expenses and E^b budget (planned expenses) for checkpoint j (compare 3.4),

Timeliness rate

$$S_j^{\text{time}} = \frac{T_j^b}{T_j^a} \quad (2)$$

with T^a actual time consumption and T^b planned time consumption for checkpoint j (compare 3.4).

Obviously both parameters show “good values” for *ER* and *TR* respectively, if values of one or even higher. The second is almost never happening for construction processes.

For the product-related characteristics the authors refer to (Schwieger et al. 2010) and the actually used simplification by check items, check lists and check points described in section 3.4.

3.3 Process Model

The measuring of process-related quality parameters requires a process model. Additionally, methods for quality propagation need an understanding of the underlying processes. In the context of the project QuCon the construction process for residential houses has to be modelled.

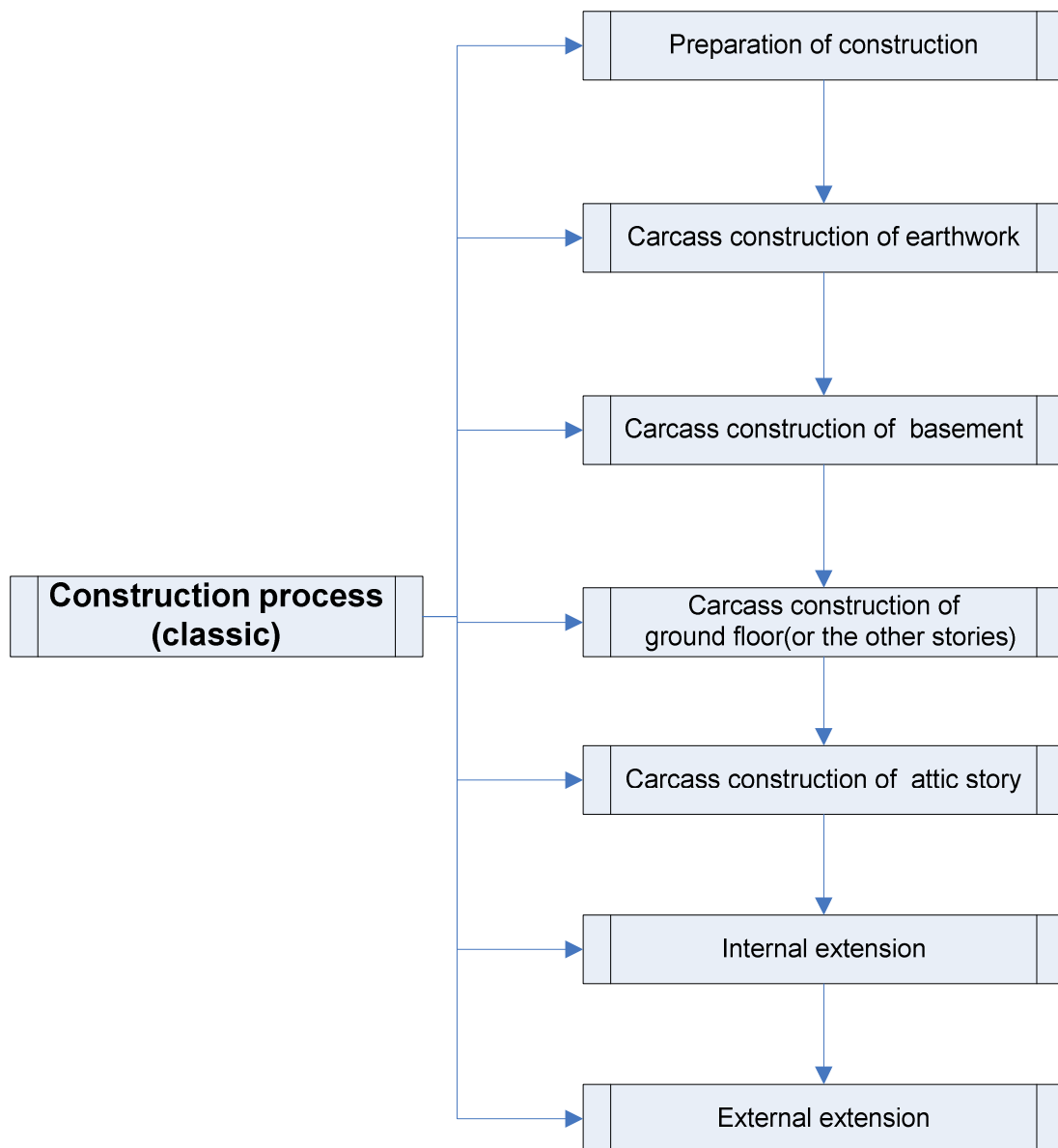


Figure 3: Total construction process for residential houses (Wengert & Schwieger 2010)

The whole construction process has to be subdivided into the processes (first level) as well as sub-processes (second level) and activities (third level). The level of detail has to be chosen according to the possible amount of standardization. If many deviations from the standard process occur on a more detailed level, e.g. activities, it is easier to describe the process less detailed and omit the activity level. Besides, the less detailed approach is more suitable for SMEs.

The construction process model consists of about 100 sub-processes. However, the scientists and the SMEs from Cyprus have another view on the process. They have designed a more detailed construction process model which contains more than 500 sub-processes and activities. The total construction process is split into 7 main processes which are shown in Fig 3. Fig. 4 presents the flowchart of one main process: the carcass construction of earthwork with its sub-processes and some exemplary checkpoints (compare next section).

The process is modelled as flow charts (Fig. 4) and as Gantt charts showing the dependencies among the sub-processes (e.g. Schwieger et al. 2010). Both are simple visualizations of the process to guide the construction manager through the process and support the respective management tasks. This sort of modelling does not allow for mathematical propagation of quality parameters through the process. A simplified approach for the propagation task will be presented in the following section.

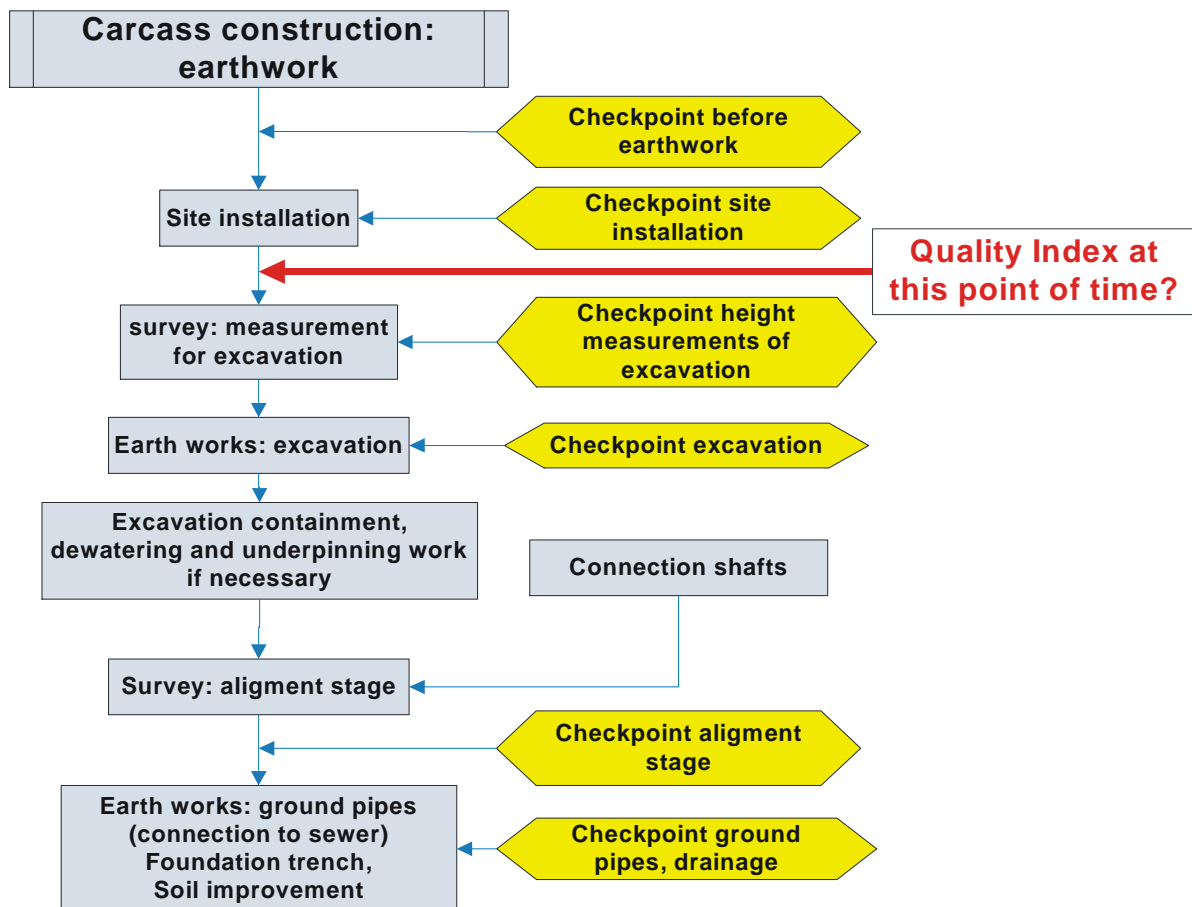


Figure 4: Example for sub-processes of residential houses: carcass construction of earth work (Zhang & Schwieger 2011)

3.4 Quality Propagation

Fig. 4 already indicates the checkpoints for the process (yellow boxes) which are important to compute quality measures in real time. These checkpoints can be drawn from the needs and requirements of the contract, standards, guidelines, general recognized code of practice as well as laws (compare Schwieger et al. 2010). One example is the checkpoint excavation. Here, e.g. the excavation depth is measured carefully with the levelling instrument.

Each checkpoint consists of a number of check items that can be scored according to their quality level. Each of the check items is allocated to one quality characteristic (completeness, correctness or accuracy). Besides the check items are classified into visual checks, measurable checks and functional checks in order to fix the score scale. The score ranges from one to five for measurable checks that include accuracy parameters (table 1: transforming a measure into a non-binary indicator) and to one or five for all other check items (binary decision or according to table 1 an indicator respectively). One means "check not passed". In the second case of the binary decision, five is "passed". If, as in the first case, five steps exist, two is "passed" and the other steps are quality parameter values that overexceed the minimum value more or less significantly.

The overall product quality score for one checkpoint is determined as the weighted average of all check items belonging to one checkpoint. The weights are defined according to the costs (Zhang & Schwieger 2011). Additionally, all check items are grouped in check lists that belong to one craft. This is not important in the context of this paper, but delivers the possibility to evaluate craftsmen. Check items of one checkpoint may be based on one check list only, but do not have to do so. This weighted average is the score for the product-related parameters at this checkpoint.

The determination of the total quality index (availability index) is realized mainly by the weighted averages using the score mentioned before.

- $S_{n,j}^{com}$, $S_{n,j}^{cor}$ and $S_{n,j}^{acc}$ are the scores of **check items** (in checkpoint j) for completeness, correctness, accuracy

- $W_{n,j}^{com}$, $W_{n,j}^{cor}$ and $W_{n,j}^{acc}$ are the weighting factors of **check items** (in checkpoint j) for completeness, correctness, accuracy,

- N_j^{com} , N_j^{cor} and N_j^{acc} are the total numbers of the check items for completeness, correctness and accuracy in the checkpoint j

- S_j^{com} , S_j^{cor} and S_j^{acc} are the product-related quality scores of **checkpoint j**, they will be determined in the scoring system using equations (3) to (5):

$$S_j^{com} = \frac{\sum_{n=1}^{n=N_j^{com}} W_{n,j}^{com} \cdot S_{n,j}^{com}}{\sum_{n=1}^{n=N_j^{com}} W_{n,j}^{com}} \quad (3)$$

$$S_j^{cor} = \frac{\sum_{n=1}^{n=N_j^{cor}} W_{n,j}^{cor} \cdot S_{n,j}^{cor}}{\sum_{n=1}^{n=N_j^{cor}} W_{n,j}^{cor}} \quad (4)$$

$$S_j^{acc} = \frac{\sum_{n=1}^{n=N_j^{acc}} W_{n,j}^{acc} \cdot S_{n,j}^{acc}}{\sum_{n=1}^{n=N_j^{acc}} W_{n,j}^{acc}} \quad (5)$$

The score of product related quality characteristics expense and timeliness can be determined by the comparison of actual and planned expense and time consumption as shown in section 3.2. The weightings W_j^{exp} and W_j^{time} can be defined by the users, because each user has his own estimation of the importance of the expense and timeliness compared to the product characteristics. The score gives the users just an overview of the quality, so it is no problem if the weighting factors are different from user to user or from company to company. The authors propose for $W_j^{exp} = W_j^{time} = 0.5$ (so that $W_j^{exp} + W_j^{time} = 1$) to assure that product and process related characteristics are weighted in the same way.

To combine product and process quality measures, the user has to estimate an overall quality index (availability) as an overview. The scores of product characteristics are between 1 and 5, but the scores of the process characteristics are around 1. For this reason, the score of product characteristics should be divided by 5, so that they are also around 1. The weightings of the product characteristics depend on their percentage of the check items. They are different from checkpoint to checkpoint. But their sum is constant: $W_j^{com} + W_j^{cor} + W_j^{acc} = 1$. Consequently, the total quality index will be estimated

$$S_j^{ava} = \frac{\frac{S_j^{com}}{5} \cdot W_j^{com} + \frac{S_j^{cor}}{5} \cdot W_j^{cor} + \frac{S_j^{acc}}{5} \cdot W_j^{acc} + S_j^{exp} \cdot W_j^{exp} + S_j^{time} \cdot W_j^{time}}{W_j^{com} + W_j^{cor} + W_j^{acc} + W_j^{exp} + W_j^{time}} \quad (6)$$

$$W_j^{com} = \frac{\sum_{n=1}^{n=N_j^{com}} W_{n,j}^{com}}{\sum_{n=1}^{n=N_j^{com}} W_{n,j}^{com} + \sum_{n=1}^{n=N_j^{cor}} W_{n,j}^{cor} + \sum_{n=1}^{n=N_j^{acc}} W_{n,j}^{acc}} \quad (7)$$

$$W_j^{cor} = \frac{\sum_{n=1}^{n=N_j^{cor}} W_{n,j}^{cor}}{\sum_{n=1}^{n=N_j^{com}} W_{n,j}^{com} + \sum_{n=1}^{n=N_j^{cor}} W_{n,j}^{cor} + \sum_{n=1}^{n=N_j^{acc}} W_{n,j}^{acc}} \quad (8)$$

$$W_j^{acc} = \frac{\sum_{n=1}^{n=N_j^{acc}} W_{n,j}^{acc}}{\sum_{n=1}^{n=N_j^{com}} W_{n,j}^{com} + \sum_{n=1}^{n=N_j^{cor}} W_{n,j}^{cor} + \sum_{n=1}^{n=N_j^{acc}} W_{n,j}^{acc}} \quad (9)$$

By using the checkpoints, the construction process will be closely linked to the scoring system (compare Fig. 5). The inspector on the construction site can score the check items within the checkpoints on site and put the planned and actual expense and time consumption in the system, and then the scoring system can run automatically.

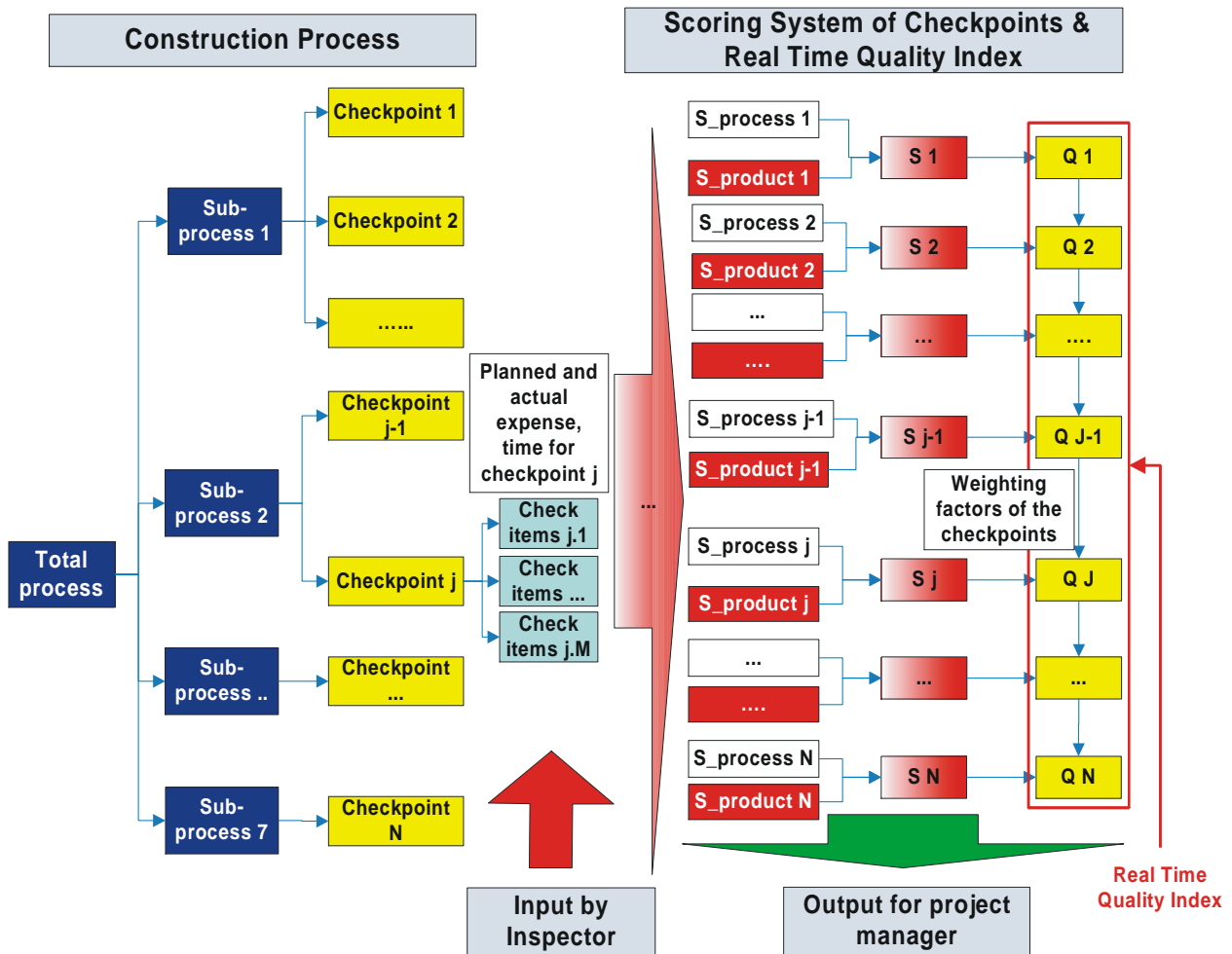


Figure 5: Construction process and scoring system (Zhang & Schwieger 2011)

4. QUALITY IN ENGINEERING GEODESY PROCESSES

4.1 Project Background

The project EQuIP (Efficiency Optimization and Quality Control of Engineering Geodesy Processes in Civil Engineering) is a project which is granted by the German Research Foundation (DFG). Consequently the project deals with fundamental re-

search. The main content is the efficiency-orientated integration of engineering geodesy processes into construction processing, considering measures of quality assurance. The main focus at the IIGS lies on the quality model and quality assurance. The work at IIGS has started in June 2009 and is still ongoing. The partner institutions are the Geodetic Institute Hannover, the Institute of Construction Informatics Hannover and the Institute of Construction Management Stuttgart. The working packages of the first two-year-phase are “Construction Process Analysis”, “Development of a Geometry-related Quality Model”, “Development of an Efficiency Model”, “Simulation and Evaluation of the geometry-oriented quality assurance process and of optimization strategies”.

Currently the IIGS has developed a parameter-based quality model and is developing a quality propagation method on the base of a process model for engineering geodesy processes. This will be realized exemplary for climbing formworks of high-rise buildings. Here the need for quality control of geometry in real time by engineering geodesists is obvious, since the building is exposed to external influences like wind and temperature.

4.2 Quality Model

Again the quality model developed is process- and product-related and it considers characteristics and parameters. The parameters are chosen to fulfill the requirements given or expected by the construction engineers or the principal. The table gives an overview on the characteristics and parameters defined within EQUIP.

Table 2: Quality characteristics and parameters for engineering geodesy processes (Schweitzer & Schwieger 2011)

Requirements	Parameters	Characteristics
Compliance with the tolerance and the absolute position in space	- Standard deviation (<i>measure</i>)	Accuracy
	- Tolerance correctness (<i>measure</i>)	
Adherence to the topological relation between the elements	- Topological correctness (<i>indicator</i>)	Correctness
Completeness of the elements in houses construction	- Number of missing elements (<i>count</i>)	Completeness
	- Number of odd elements (<i>count</i>)	
Completeness of the measurement processes	- Adherence to the plan (<i>rate</i>)	
Reliability of the measurement processes and measuring equipment	- Condition density (<i>rate</i>)	Reliability
	- Minimal detectable error (<i>measure</i>)	
	- Vulnerability to failures (<i>rate</i>)	
Adherence to timescale	- Time Delay (<i>rate</i>)	Timeliness

From the primary requirements „Compliance with the size tolerance and the absolute position in space”, two parameters can be derived, the standard deviation which is structured by the characteristic “Accuracy”, and the tolerance correctness, structured by “Correctness”. In the following the characteristics are explained in detail. Since the definitions are application oriented they differ slightly

- **Accuracy:** Degree of adherence of the measured value to the true or expected value
- **Correctness:** Degree of adherence of measurement processes or elements to the planned processes or elements
- **Completeness:** Degree of adherence of the entire elements or processes regarding to the solid geometry
- **Reliability:** Probability to avoid or detect errors and failures within a process or an evaluation
- **Timeliness:** Adherence to the time schedule

Unlike the quality model for residential houses (last chapter), where the distinction between product and process quality is realized on the characteristic level (product- and process-oriented characteristics), here it is realized on parameter level. The parameters “Adherence to the plan”, “Vulnerability to failures” and “Time Delay” are exclusive process-oriented parameters and the others are first and foremost product-oriented. In any case, a product parameter can also be derived to rate a process. This is the case, if the product is the result of one sub-process only. For the description of parameters like standard deviation or condition density it is referred to Schweitzer & Schwieger (2011). The only parameter described in more detail in this section is the “tolerance correctness”.

A tolerance T of a building component is met, if the actual deviation which is the difference between the actual size and the nominal size, is smaller than the limit deviation $= T/2$ (see Fig. 6). This can be expressed with the following equation:

$$\frac{T}{2} > \text{actaul deviation} = |\text{actual size} - \text{nominal size}| \quad (10)$$

To check the compliance of the tolerance of a building component, the actual size has to be measured with a measuring device.

In equation 10 (see also Fig. 6) the measured value of the actual size is assumed as error-free. In reality the errors of the measuring device which measures the actual size have to be considered. The measured size of a building component is indicated as S_{meas} . The difference between S_{meas} and the actual size is caused by the uncertainty of the measuring device. This issue is shown in Fig. 6.

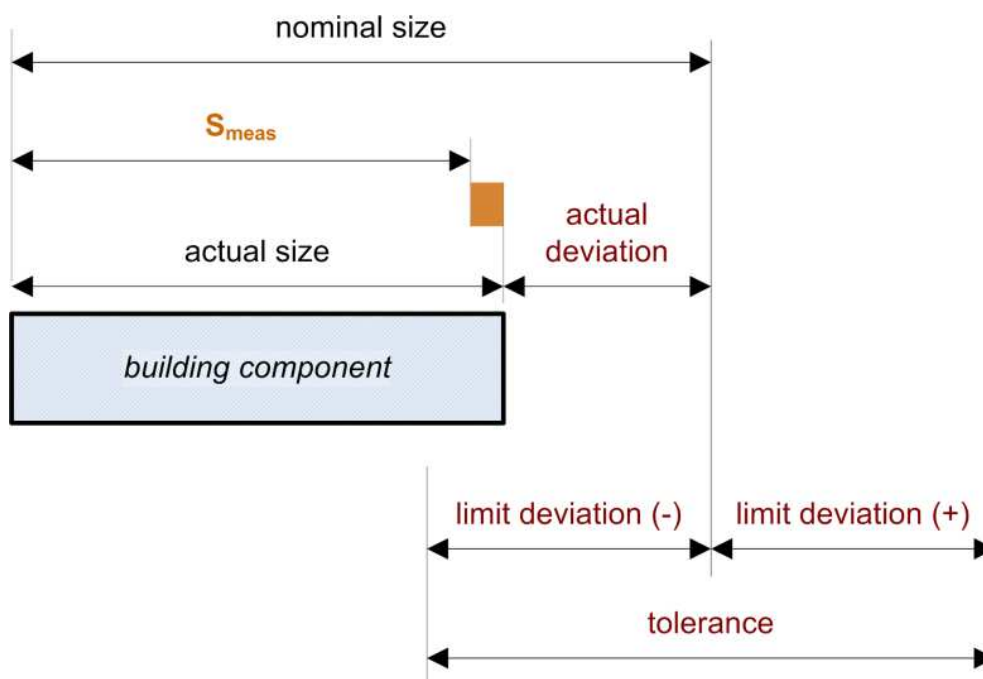


Figure 6: Use of terms in the field of building tolerances (translated and modified from (DIN, 2005))

To consider this, the standard deviation of the measuring device has to be converted into the surveying tolerance T_M which is charged with the tolerance T . So the surveying tolerance T_M of the instrument or the measurement has to be subtracted of the nominal tolerance T taken e.g. from DIN 18202. The surveying tolerance T_M and the Tolerance T do not depend on each other. Following the quadratic tolerance propagation law (Ertl, 2006) equation 10 has to be enhanced to

$$\frac{1}{2} \sqrt{T^2 - T_M'^2} > |S_{meas} - nominal\ size|. \quad (11)$$

The tolerance correctness T_k is consequently an aggregated value that delivers a statement of compliance with the required tolerance. If the tolerance correctness T_k is greater than zero or equal to zero, the tolerance is met. If T_k is negative, the tolerance is missed:

$$T_k = \left(\frac{1}{2} \sqrt{T^2 - T_M'^2} \right) - |S_{meas} - nominal\ size| \quad (12)$$

- S_{meas} : measured value
- T : tolerance taken e.g. from standard DIN 18202
- T_M : computed surveying tolerance of a measurement device or measurement with a specific accuracy level σ .

4.3 Process Model

Within this research project the quality should be propagated through the engineering geodesy process in a mathematically strict way. One possibility to do this, are artificial neuronal networks (e.g. Laufer 2011). Here, another approach is followed: the process is modeled using Petri-Nets (Peterson 1981). Petri-Nets are very useful to model parallel processes and time restrictions. The approach is applied in several scientific disciplines. A Petri-Net is composed of four components: places, transitions, edges and tokens. Places model the passive components of a process. Places have the possibility to store tokens and they have a capacity indicating how many tokens can be stored. Places are represented as circles. Transitions are the active components of a process. A transition will transport tokens, if it is activated. The transitions are represented as rectangles. The tokens represent the actors (e.g. staff to perform measurements) or materials needed for a process. Finally, the edges connect places and transitions. They may have restrictions, e.g. that only two tokens are allowed to be transported at the same time. For further details the authors refer to Berkahn et al. (2010). Fig. 7 shows a simplified example for the self-climbing formwork.

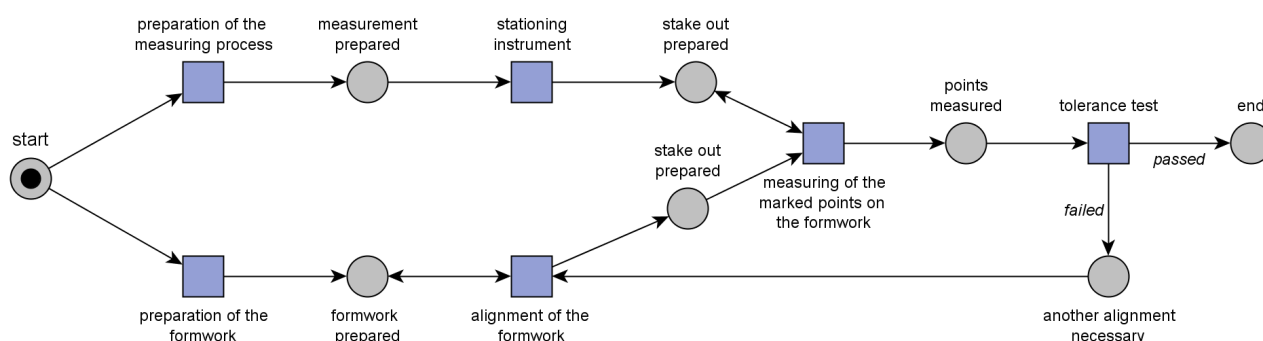


Figure 7: Modeling the alignment of a formwork element by Petri-Nets (translated from Berkahn et al. 2010)

Based on Petri-Nets, efficiency optimization (Rehr et al. 2011) and quality propagation are realized. Both techniques are included in the Petri-Net model, but they work independently.

4.4 Quality Propagation

In contradiction to the approach described in chapter 3, the parameters will be propagated through the process in a mathematically correct way. For geodesists the variance or the standard deviation is the mostly used quality parameter. If the process relies on vectorial input, covariance matrices have to be propagated through the process. This may be carried through by the propagation law of variances (propagation of errors) (e.g. Niemeier 2002) or the Monte Carlo simulation (e.g. Binder 1979). Since the second variant avoids the problem of non-linear relationships and therefore

may be used for any application, the authors decide to adapt the Monte Carlo method. Currently, a software tool is developed that fulfills the needs for quality assurance during the engineering geodesy process, because it can predict future results on simulation base. Fig. 8 shows a screenshot of the new tool for the example process of free stationing. For the time being the software tool is in German language at has a basic MMI. The position of the free station (black dot) and the control points (circles) can be chosen interactively and without restrictions. The resulting standard deviations are Monte Carlo generated on the base of different simulated input data like distances, angles or coordinates. The standard deviation in x-, y- and z-direction are given in meters behind the word "Genauigkeit". Further information, e.g. the covariance matrix is provided in text-files.

The other quality parameters described in table 2 are propagated, too. For further details the authors refer to EQUIP (2010).

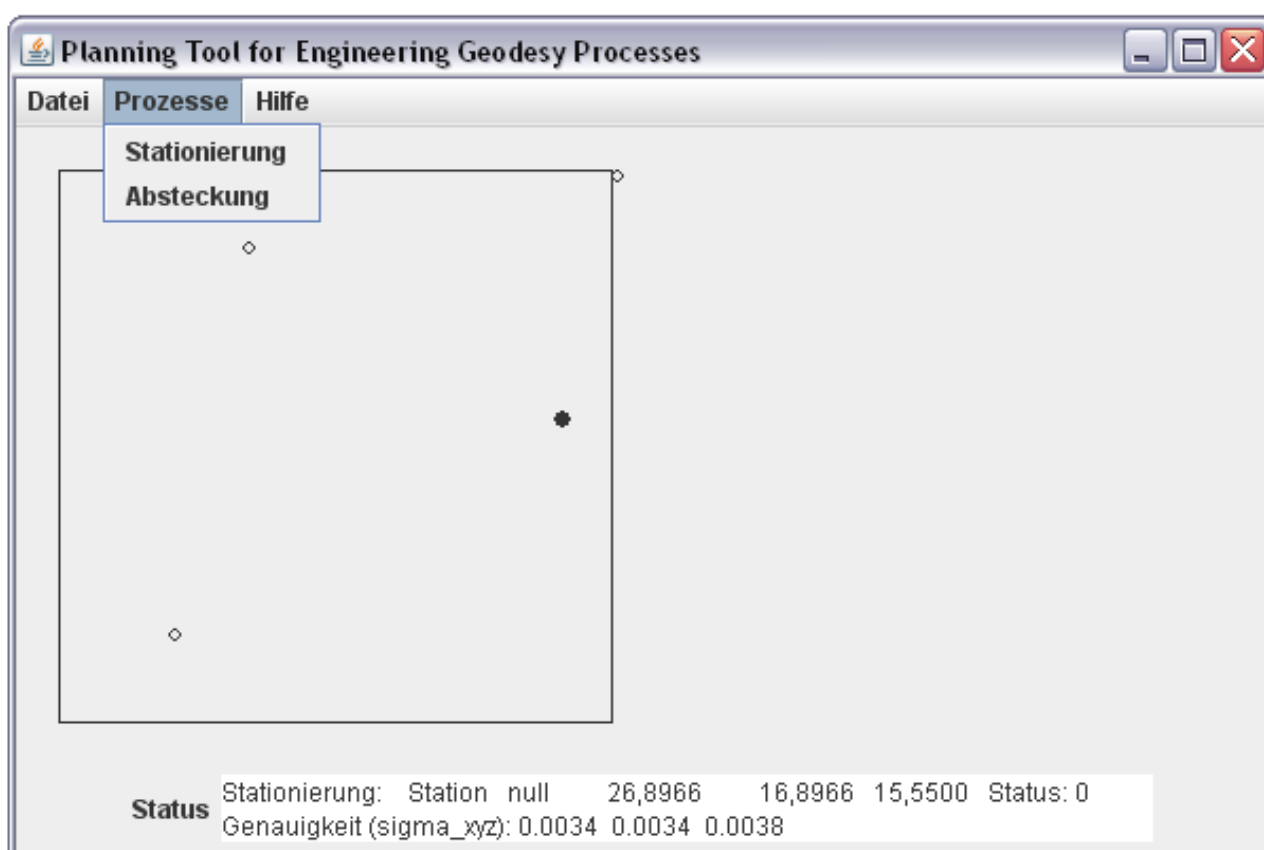


Figure 8: Quality propagation tool; exemplary screenshot for free stationing

5. SUMMARY AND OUTLOOK

This paper summarizes the results of two research projects dealing with quality models, process models and quality propagation in the construction domain. Some of the differences between the two projects are based on the orientation of the funding

agencies. QuCon is application-oriented and should directly serve SMEs for their daily work. In contradiction EQUIP should deliver fundamental and interdisciplinary research results to prepare future applications at the borderline of engineering geodesy and construction engineering. These different orientations are the main reason for the divergent characteristics. The following table will summarize these differences which were already depicted in the respective chapters. It is very important to mention that the simplified models of the QuCon project deliver the possibility to determine one total quality parameter. This is not possible up to now for the parameter-based EQUIP case.

The project QuCon is already finalized. For the future the acceptance of the QuCon software within construction management has to be evaluated. The project partners have to learn about the suitability of the software for SMEs. It may be possible that adoptions and changes of the software as well as the underlying mathematical model have to be realized in the future.

Table 3: Comparison of the characteristics for the two presented approaches

Characteristic	QuCon	EQUIP
Research Orientation	Application oriented	Fundamental research
Application	Complete construction process	Engineering geodesy processes
Quality Model	Characteristic based	Parameter based
Process Model	Visual, e.g. Gantt charts	Mathematical, Petri-Nets
Quality Propagation	Weighted Average	Process related, e.g. Monte Carlo
Total Quality Index	yes	no

Regarding EQUIP, the quality propagation methods have to be further developed and integrated into the software tool. Finally, the efficiency optimization and the quality propagation should be integrated in one software tool and into the Petri-Net based process model.

A long-term aim for quality modeling and processing should be a parameter-based interdisciplinary quality model that includes a realistic process model and a parameter-based and process-related quality propagation leading to a total quality index. But this is really a vision for the time being.

ACKNOWLEDGEMENT

The investigations published in this article are granted by the AIF (German Federation of Industrial Research Associations) and the DFG (German Research Foundation) under the signs AIF No 14 EN/1 and SCHW 838/3. Therefore, the authors cordially thank the funding agencies.

REMARK

This article is a summary of the following references: Berkahn et al. (2010), Schweitzer & Schwieger (2011), Schwieger et al. (2010) and Zhang & Schwieger (2011).

REFERENCES

BERKHAHN, V., BERNER, F., KUTTERER, H., SCHWIEGER, V., HIRSCHNER, J., REHR, I., RINKE, N., SCHWEIZER, J. (2010): Effizienzoptimierung und Qualitätssicherung Ingenieurgeodätischer Prozesse im Hochbau, Bauingenieur Nr. 85, Heft 11/2010, S. 491-501, 2010.

BINDER, K. (1979): Monte Carlo methods in statistical physics, Springer, Berlin.

DIN EN ISO 9000 (2005): Quality management systems- Fundamentals and vocabulary, Trilingual version. Normenausschuss Qualitätsmanagement, Statistik und Zertifizierungsgrundlagen (NQSZ) im DIN(Deutsches Institut für Normung e.V.), Beuth Verlag GmbH.

DIN 18202 (2005): Tolerances in building construction – Buildings, Beuth.

EQUIP (2010): Effizienzoptimierung und Qualitätssicherung ingenieurgeodätischer Prozesse im Bauwesen. Intermediate Report on the WPs 1 to 4 (unpublished).

ERTL, R. (2006): Toleranzen im Hochbau, RudolfMüller, Köln, 2006.

ISO 9126 (2001): Product Quality - Part1: Quality Model, Beuth.

ISO/TS 19128 (2006): Geographic information - Data quality, Beuth.

LAUFER, R. (2011): Prozedurale Qualitätsmodellierung und -management für Daten, ingenieurgeodätische und verkehrstechnische Anwendungen. DGK, Reihe C, PhD thesis, University of Stuttgart (submitted).

NIEMEIER, W. (2002): Ausgleichsrechnung, Walter de Gruyter, Berlin, New York.

PETERSON, J. L. (1981): Petri Net Theory and the Modeling of Systems, Prentice Hall, Englewood Cliffs.

REHR, I., RINKE, N., KUTTERER, H., BERKHAHN, V. (2011): Maßnahmen zur Effizienzsteigerung bei der Durchführung tachymetrischer Netzmessungen. AVN, Heft 1.

SCHWEIZER, J., SCHWIEGER, V. (2011): Modeling of Quality for Engineering Geodesy Process in Building Construction Processes. Journal of Applied Geodesy, Walter de Gruyter (accepted)

SCHWIEGER, V., ZHANG, L. WENGERT, M. (2010): A Quality Model for Residential Houses Construction Processes. XXIV FIG International Congress, Sydney, Australia, 11.-16. April 2010.

WENGERT, M., SCHWIEGER, V. (2010): Ein Qualitätsmodell für Wohnhausbauprozesse. 16. Internationaler Ingenieurvermessungskurs, Munich, 23.-27. February 2010.

WILTSCHKO, T. (2004): Sichere Informationen durch infrastrukturgestützte Fahrerassistenzsysteme zur Steigerung der Verkehrssicherheit an Straßenknotenpunkten, PhD thesis, University of Stuttgart, available at: <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/>.

ZHANG, L., SCHWIEGER, V. (2011): Real time quality assurance indexes for residential houses construction processes. FIG Working Week, Marrakeck, Marocco, 18.-22. May 2011.

BIOGRAPHICAL NOTES

Prof. Dr.-Ing. habil. **Volker Schwieger**

1983 – 1989 Studies of Geodesy in Hannover

1989 Dipl.-Ing. in Geodesy (University of Hannover)

1998 Dr.-Ing. in Geodesy (University of Hannover)

2003 Head of Department “Metrology” at the Institute for Applications of Geodesy to Engineering, University of Stuttgart

2004 Habilitation (University of Stuttgart)

2010 Professor, Head of Institute for Applications of Geodesy to Engineering, University of Stuttgart

2010 Renaming the Institute to Institute of Engineering Geodesy, University of Stuttgart (IIGS)

Dipl.-Ing. **Li Zhang**

2002 – 2003 Studies of Geodesy in China (University of Wuhan)

2004 – 2009 Studies of Geodesy in Germany (University of Stuttgart)

2009 Dipl.-Ing. in Geodesy (University of Stuttgart)

2009 - Scientific Associate at Institute of Engineering Geodesy, University of Stuttgart

Dipl.-Ing. **Jürgen Schweitzer**

2003 – 2008 Studies of Geodesy in Karlsruhe (Germany)

2008 Dipl.-Ing. in Geodesy (University of Karlsruhe)

2008 - Scientific Associate at Institute of Engineering Geodesy, University of Stuttgart

CONTACTS

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schwieger / Dipl.-Ing. Li Zhang / Dipl.-Ing. Jürgen Schweitzer
University of Stuttgart

Institute of Engineering Geodesy (IIGS)

Geschwister-Scholl-Str. 24 D

D-70174 Stuttgart

GERMANY

Tel. + 49/711-685-84040 | -84049 | -84065

Fax + 49/711-685-84044

Email: volker.schwieger@ingeo.uni-stuttgart.de / li.zhang@ingeo.uni-stuttgart.de /
juergen.schweitzer@ingeo.uni-stuttgart.de

Web site: <http://www.uni-stuttgart.de/ingeo/>

Получено 17.10.2011

© Volker Schwieger, Li Zhang, Jürgen Schweitzer, 2011

УДК 528:629.783

РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ЭФФЕКТ В ЧАСАХ ПРИЕМНИКОВ ГНСС

Леонид Алексеевич Липатников

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры астрономии и гравиметрии СГГА, тел. 8923-227-89-57, e-mail: Lipatnikov_L@mail.ru

Рассмотрен эффект гравитационного изменения темпа собственного времени часов ГНСС-приемника. Показана значимость эффекта в сравнении с современным уровнем точности определения поправок часов ГНСС. Обоснована целесообразность учета эффекта в процессе обработки ГНСС-измерений.

Ключевые слова: глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), общая теория относительности (ОТО), потенциал силы тяжести, модель часов приемника, релятивистский эффект.

RELATIVISTIC EFFECT ON GNSS RECEIVER CLOCKS

Leonid A. Lipatnikov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., post-graduate student, department of astronomy and gravimetry SSGA, tel. 8923-227-89-57, e-mail: Lipatnikov_L@mail.ru

Gravitational time dilation effect on GNSS receiver clock is investigated. Significance of the effect is shown considering modern precision of clock corrections evaluation. Appropriateness of accounting for the effect is proved.

Key words: Global Navigation Satellite Systems (GNSS), general relativity, effective gravitational potential, clock error model, relativistic effect.

Введение

Функционирование глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) невозможно без учета эффектов теории относительности и ввода соответствующих поправок в измерения. К таким поправкам относится релятивистская поправка часов навигационного космического аппарата (НКА), описанная в интерфейсных контрольных документах ГЛОНАСС, GPS и Galileo [1, 2, 3]. Интерфейсные контрольные документы описывают лишь стандартные алгоритмы вычисления поправок. При обработке ГНСС-измерений с максимально высокой точностью требуется учет некоторых дополнительных параметров, ряд которых описан в работах [4, 5].

В настоящее время при обработке ГНСС-измерений не учитывается такой эффект, как отличие темпа собственного времени часов приемников от темпа системного времени ГНСС. Данный эффект считается пренебрежимо малым [4].

Целью данной работы является демонстрация значимости релятивистского эффекта в часах приемников и обоснование необходимости его учета.

Эффект общей теории относительности в часах приемников ГНСС

Современные высокоточные шкалы времени определены с учетом эффектов специальной и общей теории относительности. Системные шкалы времени ГНСС являются реализациями координатного времени, единица которого, секунда СИ, задана на геоиде [1–4]. Для часов, неподвижных относительно поверхности Земли, связь интервалов собственного времени и координатного времени на поверхности геоида задается формулой:

$$\frac{d\tau}{dt} \approx 1 + \frac{W(t) - W_0}{c^2}, \quad (1)$$

где $d\tau$ – интервал собственного времени часов;

dt – интервал координатного времени, определенного на геоиде;

W_0 – потенциал силы тяжести на геоиде;

$W(t)$ – потенциал силы тяжести на станции ГНСС в текущий момент координатного времени t ;

c – скорость света в вакууме.

Формула (1) получена преобразованием исходной формулы [4, формула (27)] и введением обозначений $W_0, W(t)$. Далее, обозначим:

$$\Delta W = W(t) - W_0. \quad (2)$$

Разность между координатным временем и собственным временем часов, выражается следующей формулой:

$$\Delta t_w = t - \tau(t) \approx t_0 - \tau(t_0) - \int_{t_0}^t \frac{\Delta W}{c^2} dt, \quad (3)$$

где Δt_w – релятивистская поправка часов приемника в момент координатного времени t ;

t – текущий момент координатного времени;

$\tau(t)$ – собственное время часов в момент координатного времени t ;

t_0 – начальный момент координатного времени.

Разность потенциалов ΔW зависит от следующих факторов:

- ортометрической высоты станции над геоидом;
- приливообразующего влияния небесных тел;
- приливной деформации притягивающих масс Земли;
- приливного вертикального смещения станции ГНСС;
- изменения скорости вращения Земли;
- изменения положения оси вращения в теле Земли.

Среднеквадратические ошибки (СКО) определения поправок часов станций Международной службы ГНСС (МГС), публикуемых этой службой, состав-

ляют 0,02–0,06 нс [5], что эквивалентно ошибке измерения топоцентрической дальности до спутника, равной 6–12 мм.

Из перечисленных выше факторов первые два будут рассмотрены более подробно. Остальные факторы, по оценке автора, приводят к расхождению шкал собственного времени часов приемников и координатного времени (системного времени ГНСС) на величины менее 0,01 нс в течение суток и могут считаться незначимыми.

Влияние ортометрической высоты часов приемника ГНСС на темп их собственного времени

Ортометрической высотой называется расстояние между геоидом и данной точкой, отсчитываемое по силовой линии, проходящей через точку:

$$H_M^g = \frac{1}{g_m} \int_0^M g dh, \quad (4)$$

где H_M^g – ортометрическая высота точки M (станции ГНСС);

dh – элементарное приращение ортометрической высоты;

g – ускорение силы тяжести в точке силовой линии;

g_m – среднеинтегральное значение ускорения силы тяжести на отрезке силовой линии.

Интеграл в формуле (4) равен разности потенциалов силы тяжести на геоиде и в точке M на поверхности Земли [6]:

$$\Delta W = - \int_0^M g dh. \quad (5)$$

Таким образом, постоянная составляющая разности потенциалов на геоиде и на станции ГНСС определяется формулой:

$$\Delta W_H = -g_m \cdot H_M^g. \quad (6)$$

Обусловленная высотой разность потенциалов силы тяжести ΔW_H , как следует из (3) и (6), приводит к постоянному различию темпов координатного (системного) и собственного времени часов приемника порядка 10^{-16} секунды за секунду на каждый метр высоты:

$$\Delta t_H = t_0 - \tau(t_0) + \frac{g_m \cdot H_M^g}{c^2} \cdot (t - t_0), \quad (7)$$

где Δt_H – релятивистская поправка часов приемника, обусловленная их высотой над геоидом. При высоте над геоидом H_M^g , равной 1 000 м, за сутки часы

будут уходить относительно шкалы системного времени ГНСС на величину Δt_H порядка 10 нс, что эквивалентно ошибке в измеряемом расстоянии около 3 м. Эта величина является значимой, поэтому эффект необходимо учитывать при обработке продолжительных (длительностью несколько часов и более) сеансов высокоточных ГНСС-измерений.

Поскольку значения g_m, H_M^s зачастую не могут быть определены строго, их заменяют нормальным ускорением силы тяжести γ_m и нормальной высотой H_M^γ :

$$\Delta t_H = t_0 - \tau(t_0) + \frac{\gamma_m \cdot H_M^\gamma}{c^2} \cdot (t - t_0). \quad (8)$$

Расхождения ортометрической и нормальной высот могут варьироваться от нескольких сантиметров на равнинных участках до 2–3 м в горных районах, что может приводить к накоплению неучтенной ошибки часов до 0,03 нс за сутки. Подробно вопрос связи систем высот рассмотрен в работах [6, 7].

Дополнительные трудности будет создавать тот факт, что для учета темпа собственного времени часов приемника необходимо знать именно высоту часов. В процессе ГНСС-измерений определяется положение носителя координат – центра пункта. Разность высот центра пункта и точки установки генератора частоты обычно не известна и может достигать нескольких десятков метров. Поэтому рекомендуется определять разность нормальных высот центра пункта и генератора частоты приемника и включать ее значение в файлы ГНСС-измерений. Для этого целесообразно внести соответствующие изменения в формат RINEX.

В будущем эффект гравитационного замедления собственного времени часов можно будет использовать для определения нормальных высот пунктов по ГНСС-измерениям без применения моделей квазигеоида. При достаточной стабильности генераторов частоты станет возможным прямое определение приращения потенциала силы тяжести между двумя пунктами, и, соответственно, разности нормальных высот. В настоящее время суточная нестабильность передовых моделей генераторов частоты достигает $8,6 \times 10^{-18}$. Согласно [8], такой генератор использовался в эксперименте, в ходе которого по гравитационному изменению частоты с дециметровой погрешностью было определено превышение. С.W. Chou и др. в работе [8] отмечают, что после достижения стабильности часов 10^{-18} станет возможным осуществление постоянного мониторинга нормальных высот геодезических пунктов с сантиметровым уровнем точности. В настоящее время нестабильность бортовых генераторов частоты НКА ГНСС, достигающая порядка 10^{-14} – 10^{-13} , не позволяет выполнять нивелирование, основанное на эффекте гравитационного замедления времени. Однако активно ведутся работы по созданию высокостабильных бортовых генераторов частоты [9, 10]. Таким образом, в перспективе оценивание гравита-

ционной составляющей поправки часов приемника позволит выполнять спутниковое нивелирование с сантиметровой точностью без применения модели геоида (квазигеоида).

Влияние гравитационного потенциала небесных тел на темп собственного времени часов приемника ГНСС

Гравитационный потенциал в точке установки часов приемника ГНСС создается не только Землей, но и другими небесными телами. Вопрос о том, оказывает ли гравитационное поле Солнца и других небесных тел значимое влияние на темп собственного времени в различных точках поверхности Земли, является спорным и заслуживает подробного рассмотрения.

На рис. 1 представлена система «Земля – притягивающее небесное тело».

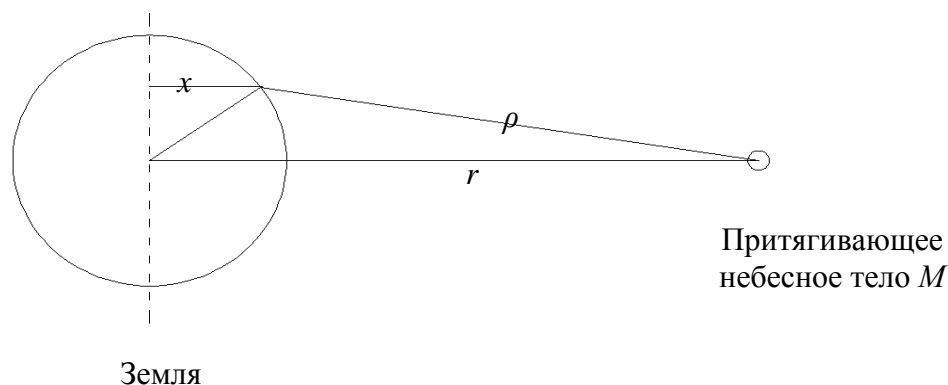


Рис. 1. Система двух тел

Разность значений гравитационного потенциала, создаваемого удаленным телом с массой M , на поверхности Земли и в ее центре масс может быть вычислена приближенно по формуле:

$$\Delta W \approx \frac{GM}{\rho} - \frac{GM}{r}, \quad (9)$$

где ΔW – разность значений гравитационного потенциала, создаваемого небесным телом в точке поверхности Земли и в ее центре масс;

G – гравитационная постоянная;

M – масса притягивающего небесного тела;

ρ – расстояние между точкой на поверхности Земли и центром притягивающего тела;

r – расстояние между центром масс Земли и центром притягивающего тела.

Если бы разность потенциалов ΔW была вызвана только гравитационным воздействием Солнца и не компенсировалась движением Земли по орбите, то зависимость Δt_w в формуле (3) от времени имела бы периодический характер, как показано на рис. 2.

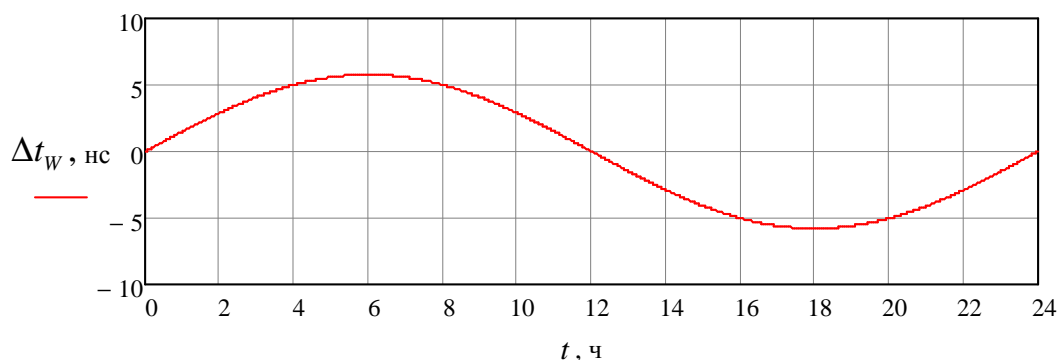


Рис. 2. Модель: суточное изменение поправки часов Δt_w под действием гравитационного потенциала Солнца в день равноденствия – результат численного интегрирования (3):
 t – местное среднее солнечное время станции в часах;
 Δt_w – релятивистская поправка часов приемника в наносекундах

Максимальная амплитуда суточных колебаний собственного времени часов относительно координатного времени в рассмотренном примере достигает 5,79 нс, что эквивалентно ошибке в измеряемом расстоянии от спутника до приемника, равной 1,74 м.

Однако в силу принципа эквивалентности изменение темпа времени вблизи Земли может быть вызвано лишь приливообразующей частью гравитационного потенциала небесных тел и не превышает 10^{-15} [4, 11].

Существует альтернативная точка зрения. В [12] выводы [4, 11] критикуются, приводится ссылка на результаты экспериментального исследования, опирающегося на данные радиointерферометрии со сверхдлинной базой [13]. Как утверждается в [12], это исследование подтверждает наличие суточных колебаний темпа собственного времени часов на поверхности Земли, достигающих 3×10^{-10} секунды за секунду. При этом изменение темпа времени имеет обратный знак, то есть на полуденной стороне Земли, согласно [12], часы идут быстрее.

Заметим, что принцип эквивалентности, на который в своих рассуждениях опираются авторы [4, 11], экспериментально подтвержден с относительной погрешностью порядка 10^{-13} . На ближайшее будущее запланированы новые эксперименты, которые позволят проверить принцип эквивалентности с относительной погрешностью порядка 10^{-18} [14].

В настоящее время оценки поправок наиболее стабильных часов станций МГС, публикуемые этой службой, не отражают значительных суточных колебаний темпа собственного времени часов приемников. На рис. 3 приведен график суточного изменения поправок часов станций USNO, MDVJ по данным МГС [15].

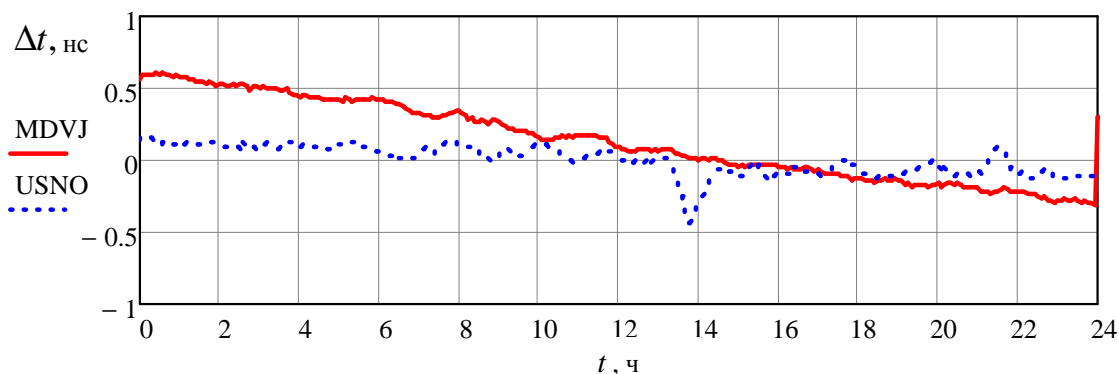


Рис. 3. Поправки высокоточных генераторов частоты пунктов MDVJ (ВНИИФТРИ, Россия) и USNO (Морская обсерватория США) по данным МГС на 21.03.2010:

t – время UTC в часах; Δt – поправка часов приемника в наносекундах

На основе сравнения рис. 2 и 3 можно сделать вывод о том, что по данным МГС периодическое изменение темпа собственного времени наиболее точных часов под действием гравитационного поля небесных тел не наблюдается. Это может свидетельствовать либо о незначительности эффекта, либо о некорректности методик оценивания параметров часов, применяемых центрами анализа МГС.

Заключение

В результате рассмотрения релятивистского эффекта в часах ГНСС-приемника сделан вывод о том, что в модели ГНСС-измерений в качестве отдельного параметра следует выделить релятивистскую составляющую поправки часов приемника. Это позволит повысить адекватность модели измерений и, соответственно, надежность решений, в которых оцениваются параметры часов. Релятивистская составляющая поправки часов может быть предвычислена по формуле (8). Включение релятивистской поправки частоты приемника в число оцениваемых параметров в будущем позволит выполнять спутниковое нивелирование без привлечения модели геоида (квазигеоида).

Рассмотрено влияние гравитационных полей небесных тел на темп собственного времени часов приемников ГНСС. Показано, что данное влияние не проявляется в оценках поправок наиболее стабильных часов МГС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Редакция 5.1. [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://aggf.ru/gnss/glon/ikd51ru.pdf> – Электрон. дан. – Загл. с экрана.
2. NAVSTAR GPS Space Segment/ Navigation User Interfaces, Interface Specification, IS-GPS-200E [Electronic resource]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.gps.gov/technical/icwg/IS-GPS-200E.pdf> – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
3. European GNSS Galileo. OS SIS ICD, Issue 1.1 [Electronic resource]. – 2010. – Режим доступа: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/files/galileo-os-sis-icd-issue1-revision1_en.pdf – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
4. Ashby N. Relativity in the Global Positioning System [Electronic resource] // Living Reviews in Relativity. – 2003. – Т. 6, № 1. – Режим доступа: <http://www.livingreviews.org/lrr-2003-1> – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
5. Kouba J. A Guide to Using International GNSS Service (IGS) Products [Electronic resource]. – 2009. – Режим доступа: <http://www.igs.org/igscb/resource/pubs/UsingIGSProductsVer21.pdf> – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
6. Молоденский М.С. Основные вопросы геодезической гравиметрии // Труды ЦНИИГАиК. – М.: ГУГК, 1945. – Вып. 42. – 107 с.
7. Еремеев В.Ф., Юркина М.И. Теория высот в гравитационном поле Земли. – М.: Недра, 1972. – 143 с.
8. Chou C.W., Hume D.B., Rosenband T., Wineland D.J. Optical Clocks and Relativity [Electronic resource]. – 2010. – Т. 329. – Режим доступа: <http://www.sciencemag.org/content/329/5999/1630.full> – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
9. Gill P., Margolis H., Curtis A., Klein H., Lea S., Webster S., Whibberley P. Optical Atomic Clocks for Space: Technical Supporting Document [Electronic resource]; NPL. – 2008. – Режим доступа: http://www.npl.co.uk/upload/pdf/atomic_clocks_space.pdf – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
10. Atomic Clock Ensemble in Space (ACES) [Electronic resource]/European Space Agency. – 2010. – Режим доступа: http://www.esa.int/SPECIALS/HSF_Research/SEMJSK0YDUF_0.html – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
11. Hoffmann V. Noon-Midnight Red Shift [Electronic resource] // Physical Review. – 1961. – Т. 121, № 1. – Режим доступа: http://prola.aps.org/abstract/PR/v121/i1/p337_1 – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
12. Hatch R.R. Clocks and the Equivalence Principle [Electronic resource] // Foundations of Physics. – 2004. – Т. 34, № 11. – Режим доступа: <http://www.springerlink.com/content/h503n551u713wg72/> – Электрон. дан. – Англ. – Загл. с экрана.
13. Hill, C. M. Timekeeping and the speed of light: new insights from pulsar observations [Text] // Galilean Electrodynamics. – 1995. – Т. 6, № 1. – Англ.
14. Турышев В.Г. Экспериментальные проверки общей теории относительности: недавние успехи и будущие направления исследований [Электронный ресурс] // Успехи физических наук. – 2009. – Т. 179, № 1. – Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/2009/1/a/> – Электрон. дан. – Загл. с экрана.
15. igs15760.clk.Z [Electronic resource]//International GNSS Service – Режим доступа: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/products/1576/igs15760.clk.Z> – Электрон. дан. – Загл. с экрана.

Получено 24.10.2011

© Л.А. Липатников, 2011

УДК 528.44

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАСЕЧКИ И ИХ ТОЧНОСТЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ

Анатолий Степанович Лукин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры кадастра СГГА, тел. (383)344-31-73, e-mail: kkadastr@ssga.ru

Алексей Михайлович Портнов

Управление Росреестра по НСО, 630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Державина, 28, кандидат технических наук, начальник отдела геодезии и картографии, тел. (383)344-31-73, e-mail: kkadastr@ssga.ru

В работе представлены рекомендации, полученные на основе анализа точности геодезических засечек, используемых при проведении крупномасштабных съемок, кадастровых и землеустроительных работ.

Ключевые слова: засечка, линейная засечка, угловая засечка, точность, оценка точности засечки, геодезическая основа, сеть, исходные пункты.

GEODETIC RESECTIONS ACCURACY AT CARRYING OUT CADASTRAL WORKS

Anatoly S. Lukin

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Prof., department of cadastre SSGA, tel. (383)344-31-73, e-mail: kkadastr@ssga.ru

Alexey M. Portnov

Department Rosreestr of Novosibirsk region, 630091, Russia, Novosibirsk, 28 Derzhavin St., Ph.D., chief of department of a geodesy and cartography, tel. (383)344-31-73, e-mail: kkadastr@ssga.ru

In work recommendations about carrying out of the geodetic works, received on the basis of results of the analysis of accuracy of geodetic notches carried out are presented at large-scale shootings, cadastral and land use works.

Key words: resection, horizontal resection, angular resection, resection accuracy estimation, geodetic control, geodetic network, reference points.

Основой определения пространственного положения объектов кадастрового учета, несмотря на развитие фотограмметрических методов, остаются геодезические работы, являющиеся (в большинстве случаев) технологически более простыми и экономически целесообразными для большинства землеустроительных предприятий.

Данный вид работ в качестве геодезической основы использует пункты полигонометрической и опорной межевой сетей, достаточно хорошо развитых на территориях крупных населенных пунктов. Однако использование данных сетей в большинстве случаев предполагает дальнейшее их сгущение. На наш взгляд,

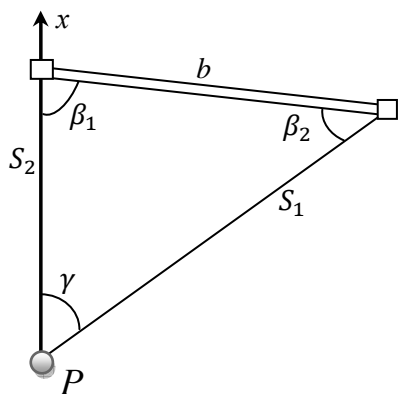


Рис. 1. Измеряемые элементы

более пристальное внимание к проведению этих работ, и, в частности, к проектированию геодезической основы позволило бы сократить объем работ по созданию сетей без потери точности определения площади участков, что является значимым при возникновении земельных и иных имущественных споров.

Рассмотрим наиболее часто используемые прямую угловую и линейную засечки с различной геометрией и различным комбинированием измеряемых элементов (рис. 1).

Для этого воспользуемся обратными весами координат определяемых пунктов, полученными на основании известной формулы способа наименьших квадратов

$$Q = (A^T A)^{-1}, \quad (1)$$

где A – матрица коэффициентов параметрических уравнений расстояний, дирекционных или горизонтальных углов.

На основании формулы (1)

$$M_p = \mu \sqrt{Q_{xx} + Q_{yy}}, \quad (2)$$

где Q_{xx} и Q_{yy} – обратные веса координат пунктов.

Для определения угла засечки γ исключим углы на исходных пунктах за счет использования вспомогательной системы координат, в которой начало координат совпадает с определяемым пунктом, а ось X совмещена с одной из сторон.

В этом случае для линейной засечки параметрические уравнения поправок имеют вид

$$\left. \begin{aligned} dS_1 &= -dx_p \\ dS_2 &= -\cos(\gamma)dx_p - \sin(\gamma)dy_p \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

а для прямой угловой засечки параметрические уравнения поправок дирекционных углов с исходных пунктов

$$\left. \begin{aligned} d\alpha_1 &= \frac{\rho}{S_1} dy_p \\ d\alpha_2 &= -\frac{\rho \sin(\gamma)}{S_2} dx_p + \frac{\rho \cos(\gamma)}{S_2} dy_p \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Для прямой угловой засечки с неравными сторонами ($S_1 \neq S_2$) ось X совмещена с базисом (рис. 2). Параметрические уравнения поправок дирекционных углов для этого вида засечки

$$\left. \begin{aligned} d\alpha_1 &= -\frac{\rho \sin(\alpha_1)}{S_1} dx_p + \frac{\rho \cos(\alpha_1)}{S_2} dy_p \\ d\alpha_2 &= -\frac{\rho \sin(\alpha_2)}{S_2} dx_p + \frac{\rho \cos(\alpha_2)}{S_2} dy_p \end{aligned} \right\} (5)$$

Расчеты по формулам (1)–(4) для линейной и прямой угловой засечки с равными сторонами ($S_1 = S_2 = 206,265$) выполнены для углов γ от 10 до 170°, а для прямой угловой засечки с неравными сторонами ($S_1 \neq S_2, b = 206,265$) – для углов γ от 15 до 165°. Представленные результаты совпадают с оценкой точности засечек, выполняемой по следующим известным формулам:

$$M_p = \frac{m_b}{\rho \sin(\gamma)} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}; \quad (6)$$

$$M_p = \frac{\sqrt{m_{S_1}^2 + m_{S_2}^2}}{\sin(\gamma)}, \quad (7)$$

которые в нашем случае принимают вид

$$M_p = \frac{m_b S}{\rho \sin(\gamma)} \sqrt{2}; \quad (8)$$

$$M_p = \frac{m_s}{\sin(\gamma)} \sqrt{2}. \quad (9)$$

Результаты исследований линейных и прямых угловых засечек представлены на рис. 3.

Из графиков следует, что оптимальный угол γ для линейных и прямых угловых засечек равен 90°, однако для неравных сторон прямой угловой засечки положение пункта определяется значительно грубее.

Зачастую ситуация на местности при проведении крупномасштабного картографирования или инвентаризации внутриквартальных территорий требует использования метода свободной станции, т. е. съемку возможно проводить в условной системе координат с последующим совмещением фрагмента топографического плана, полученного на свободной станции, с жесткими контурами, имеющимися на исходном плане. Определение местоположения станций также возможно по измерениям, выполняемым на исходные пункты, с определяемой станции, т. е. из обратных угловых, линейных и линейно-угловых засечек.

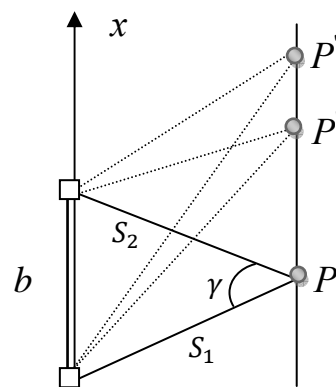


Рис. 2. Прямая угловая засечка с неравными сторонами

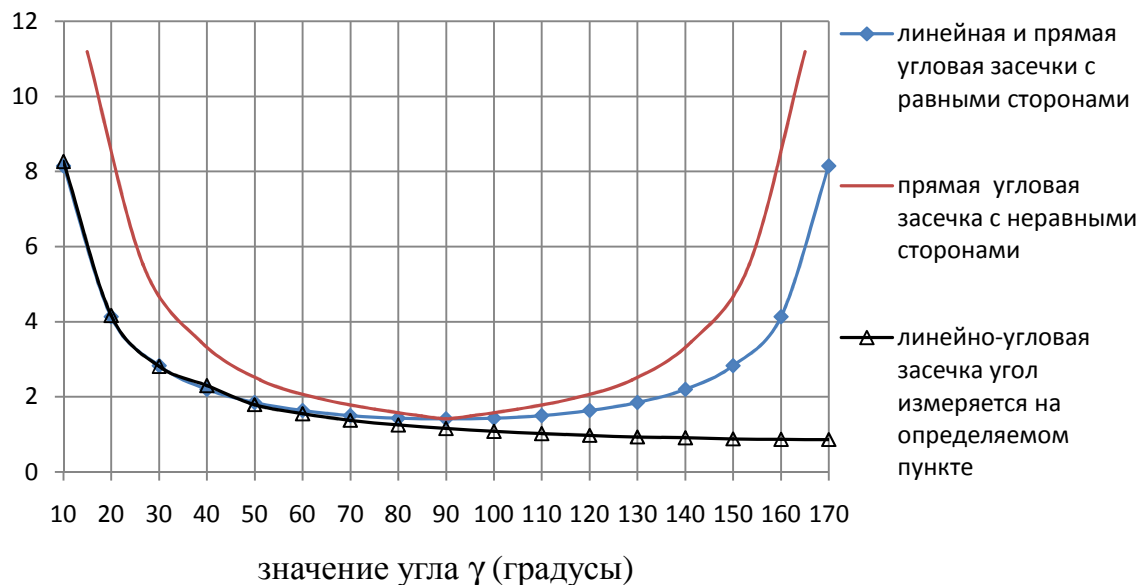


Рис. 3. Графики средних квадратических ошибок положения пункта ($\mu = 1$)

Простейшей линейно-угловой засечкой является линейная засечка, дополненная измерением угла на определяемом пункте. В этом случае уравнение поправок для сторон (3) дополняют уравнением угла.

Результаты расчетов для этого вида засечки, выполненные также для углов γ от 10 до 170°, приведены на рис. 3. Как следует из рисунка, чем ближе определяемый пункт находится к створу между исходными пунктами, тем выше точность определения его положения.

Точность обратных засечек исследована при следующих условиях (рис. 4):

- исходные пункты расположены в вершинах равностороннего треугольника;
- определяемый пункт расположен на оси X вспомогательной системы, проходящей через дальнюю вершину треугольника (по отношению к определяемому пункту);
- ближняя сторона треугольника перпендикулярна оси X ;
- расстояния между определяемым пунктом и боковыми пунктами равны ($S_1 = S_3$).

Исследовались следующие виды засечек:

- а) обратная угловая засечка;
- б) обратная линейная засечка;
- в) обратная линейно-угловая засечка.

Для обратной угловой засечки оценка точности выполнена для следующих вариантов уравнивания измерений:

- по направлениям;
- по углам между средним и боковыми направлениями ($\beta_1 = \beta_2$);
- по углам между левым направлением и двумя другими ($2\beta_1 = \beta_2$).

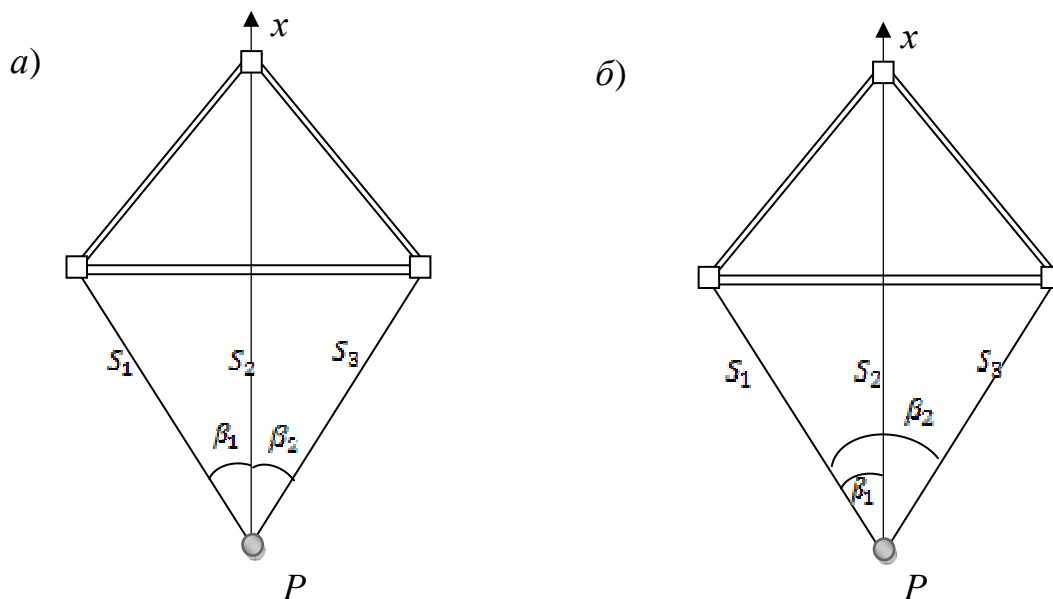


Рис. 4. Обратные засечки: а) $\beta_1 = \beta_2$; б) $2\beta_1 = \beta_2$

Параметрические уравнения поправок для первого случая имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} d\alpha_1 &= \frac{\rho \sin(\alpha_1)}{s_1} dx_p - \frac{\rho \cos(\alpha_1)}{s_1} dy_p \\ d\alpha_2 &= -\frac{\rho}{s_2} dy_p \\ d\alpha_3 &= \frac{\rho \sin(\alpha_3)}{s_3} dx_p - \frac{\rho \cos(\alpha_3)}{s_3} dy_p \end{aligned} \right\}. \quad (10)$$

Так как $\alpha_1 = 360 - \alpha_3$, то $s_1 = s_3$, и систему уравнений можно представить в виде:

$$\left. \begin{aligned} d\alpha_1 &= -\frac{\rho \sin(\alpha_3)}{s_3} dx_p - \frac{\rho \cos(\alpha_3)}{s_3} dy_p \\ d\alpha_2 &= -\frac{\rho}{s_2} dy_p \\ d\alpha_3 &= \frac{\rho \sin(\alpha_3)}{s_3} dx_p - \frac{\rho \cos(\alpha_3)}{s_3} dy_p \end{aligned} \right\}. \quad (11)$$

Для второго случая параметрические уравнения поправок

$$\left. \begin{aligned} d\beta_1 &= \frac{\rho \sin(\alpha_3)}{s_3} dx_p + \left(\frac{\rho \cos(\alpha_3)}{s_3} - \frac{\rho}{s_2} \right) dy_p \\ d\beta_2 &= \frac{\rho \sin(\alpha_3)}{s_3} dx_p + \left(\frac{\rho}{s_2} - \frac{\rho \cos(\alpha_3)}{s_3} \right) dy_p \end{aligned} \right\}. \quad (12)$$

Для третьего случая

$$\left. \begin{aligned} d\beta_1 &= \frac{\rho \sin(\alpha_1)}{s_1} dx_p + \left(\frac{\rho \cos(\alpha_1)}{s_1} - \frac{\rho}{s_2} \right) dy_p \\ d\beta_2 &= \frac{2\rho \sin(\alpha_3)}{s_3} dx_p \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Для линейной засечки

$$\left. \begin{aligned} ds_1 &= -\cos(\alpha_1) dx_p - \sin(\alpha_1) dy_p \\ ds_2 &= -dx_p \\ ds_3 &= -\cos(\alpha_3) dx_p - \sin(\alpha_3) dy_p \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Для линейно-угловой засечки система уравнений (13) дополнена системой уравнений (14).

Результаты исследования точности обратных засечек представлены на рис. 5.

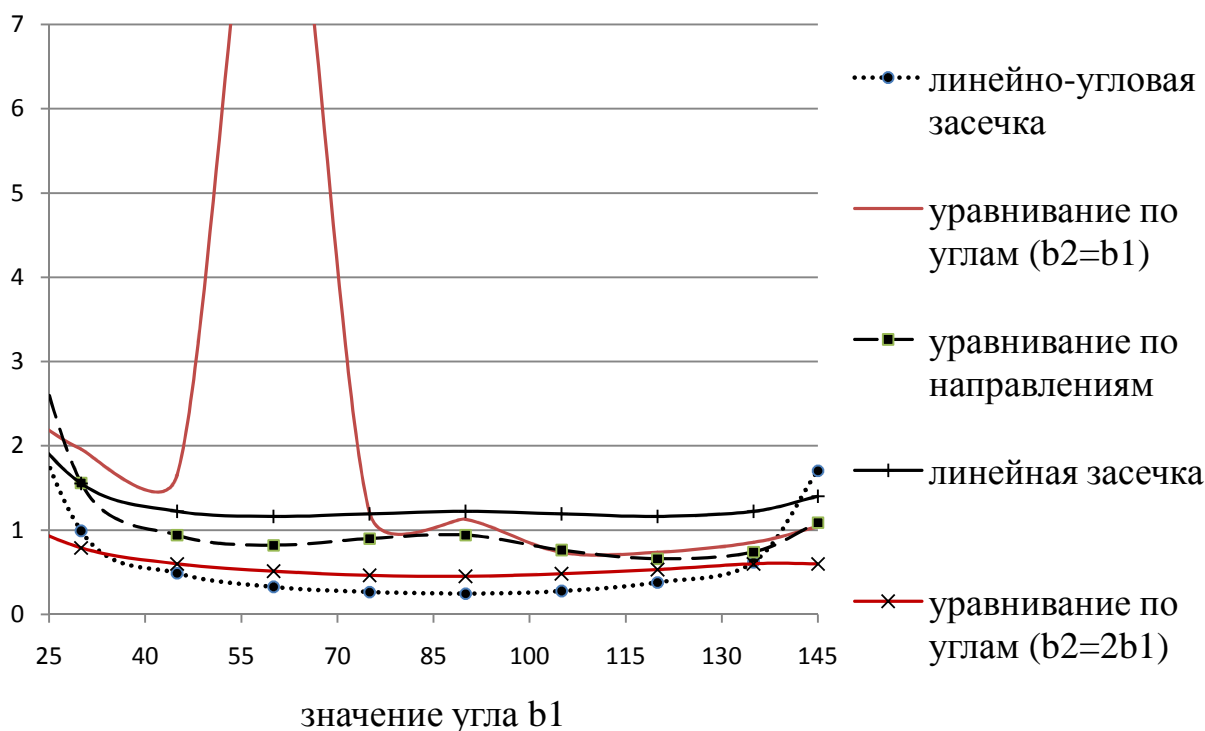


Рис. 5. Графики средних квадратических ошибок положения пунктов, определяемых обратными засечками ($\mu = 1$)

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Наиболее точно определяется положение пункта при линейно-угловой засечке, когда он находится в середине стороны между исходными пунктами.

Для обратной угловой засечки уравнивание по углам ($2\beta_1 = \beta_2$) обеспечивает более высокую точность определения пункта по сравнению с другими вариантами, тем более что при уравнивании по углам ($\beta_1 = \beta_2$) при $\gamma = 60^\circ$ значение ошибки $m_y = \infty$.

В целом ошибки положения пункта минимальны, когда определяемый пункт находится вблизи исходного треугольника или внутри него.

Получено 15.11.2011

© А.С. Лукин, А.М. Портнов, 2011

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ



УДК 502

ФОРМИРОВАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Вера Николаевна Щукина

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2, старший преподаватель кафедры геодезии и фотограмметрии, тел. (909)190-01-92, e-mail: shukina82@mail.ru

Юлия Евгеньевна Голякова

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет, 625000, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2, ассистент кафедры геодезии и фотограмметрии, тел. (908)873-74-40, e-mail: golyakova84@mail.ru

Ирина Александровна Малышкина

Тюменский государственный нефтегазовый университет, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, старший преподаватель кафедры кадастра и геоинформационных систем, тел. (912)921-25-57, e-mail: malishkina@list.ru

В статье рассмотрен процесс и особенности формирования особо охраняемых природных территорий, а также предложена схема исчисления убытков собственникам земельных участков.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, исчисление убытков, памятник природы.

ORGANIZATION OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS

Vera N. Shyukina

Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, 2 Lunacharskogo, Tyumen 625000, senior teacher, department of geodesy and photogrammetry, tel. (909)190-01-92, e-mail: shukina82@mail.ru

Yuliya Ye. Golyakova

Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, 2 Lunacharskogo, Tyumen 625000, assistant lecturer, department of geodesy and photogrammetry, tel. (908)873-74-40, e-mail: golyakova84@mail.ru

Irina A. Malyshkina

Tyumen State University of Oil and Gas, 38 Volodarskogo, Tyumen 625000, senior lecturer, department of cadastre and GIS, tel. (912)921-25-57, e-mail: malishkina@list.ru

The article describes the process and features of the formation of protected areas, as well as the proposed scheme is the calculation of damages to the owners of land.

Key word: specially protected natural areas, calculation of damages, natural monument.

Проблема сохранения памятников культурного наследия, уникальных ландшафтов, мест обитания редких представителей растительного и животного мира является одной из актуальнейших для современной цивилизации, государств и его отдельных территорий. Именно поэтому в земельном законодательстве [1] предусмотрена категория особо охраняемых территорий и объектов, которые должны быть изъяты полностью или частично соответствующим решением власти из хозяйственного использования и оборота и для которых должен быть установлен особый правовой режим.

Традиционной формой охраны природы являются особо охраняемые природные территории (ООПТ), к которым относятся [1]:

- государственные природные заповедники, в т. ч. биосферные;
- государственные природные заказники;
- памятники природы;
- национальные парки;
- природные парки;
- дендрологические парки;
- ботанические сады;
- территории традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока РФ;
- земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов.

Определим особенности организации ООПТ, к которым отнесем следующее [2]:

1. ООПТ могут быть федерального, регионального и местного значения. Соответствующие органы власти устанавливают порядок их использования и охраны, выделяют иные категории ООПТ.

2. Органы государственной власти субъектов РФ вправе принимать решения о резервировании и ограничении хозяйственной деятельности на землях, которые предполагается объявить ООПТ.

3. ООПТ могут находиться не только в составе земель особо охраняемых территорий и объектов, но и в составе земель других категорий.

4. В случае необходимости допускается изъятие (выкуп) земельных участков у их собственников, землевладельцев или землепользователей для образования ООПТ.

5. В целях защиты особо охраняемых природных территорий от неблагоприятных антропогенных воздействий на прилегающих к ним участках земли и водного пространства могут создаваться охранные зоны или округа с регулируемым режимом хозяйственной деятельности.

6. Ограничительные особенности всех особо охраняемых природных территорий учитываются при разработке территориальных комплексных схем, схем землеустройства и районной планировки.

Рассмотрим решение данных вопросов на примере юга Тюменской области, администрация которой системно, с большим вниманием относится к сохранению имеющихся и созданию новых особо охраняемых природных территорий. На рис. 1 показана структура таких территорий, общая площадь которых составляет около 1,5 тыс. га. На рис. 2 показана общая схема ООПТ юга Тюменской области.

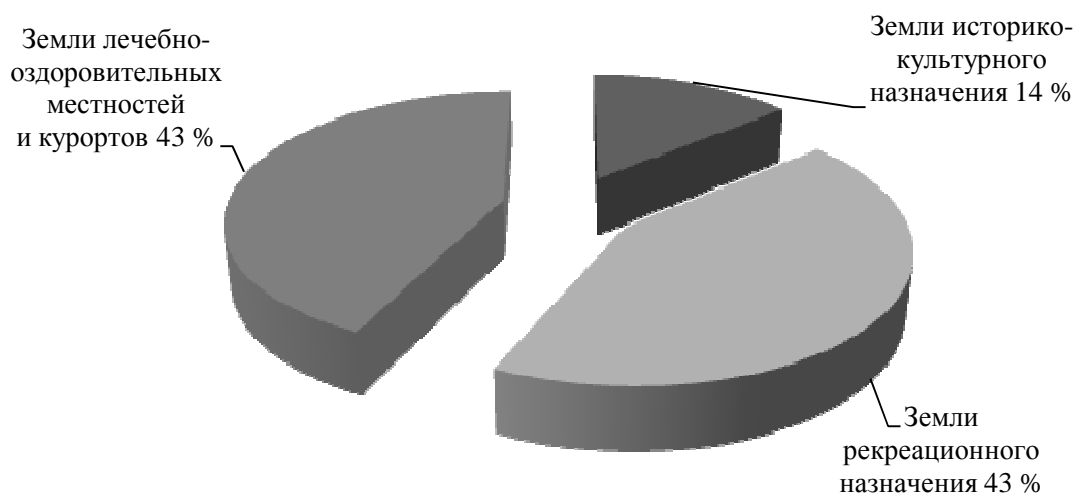


Рис. 1. Структура земель ООПТ юга Тюменской области

В 2007 г. на территории Ишимского района Тюменской области организован памятник природы регионального значения «Урочище Согры» площадью 422 га и на площади 380,93 га располагаются земельные участки, находящиеся в собственности граждан и сельскохозяйственных организаций (рис. 3).

Все землепользователи, на землях которых образован памятник природы, обязаны соблюдать установленный режим охраны и несут за его нарушение административную, уголовную и иную установленную законом ответственность. Таким образом, запрещается или ограничивается любая деятельность, если она противоречит целям создания ООПТ или может причинить вред природным комплексам и компонентам [2].

К запрещенным видам деятельности, в частности, отнесены:

- все виды рубок, кроме санитарных и рубок ухода;
- размещение промышленных и бытовых отходов, сточных вод;
- предоставление земельных участков под застройку, а также для коллективного и индивидуального садоводства, огородничества, организации подсобных хозяйств;
- добыча грунта;
- хранение и применение всех видов ядохимикатов, удобрений и др.



Рис. 2. Схема существующих ООПТ юга Тюменской области

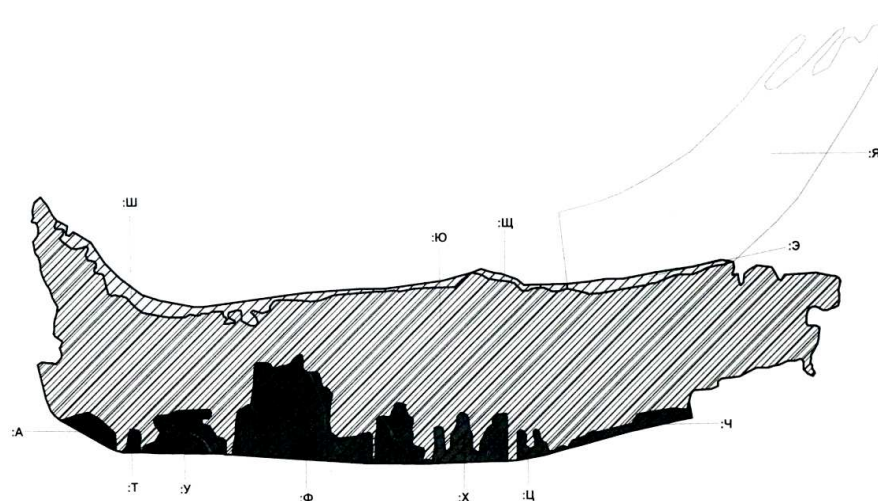


Рис. 3. Схема землепользований, расположенных в пределах памятника природы регионального значения «Урочище Согры»

Согласно [1] при ограничении прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков подлежат возмещению убытки, в том числе упущенная выгода.

В настоящее время единой методики для расчета убытков в подобных случаях не существует. В этой связи нами при разработке такой методики предлагается предусмотреть:

- систематизацию и унификацию требований, предъявляемых к составу, содержанию и полноте исходных данных;
- учет особенностей случаев, когда причиненные убытки подлежат возмещению;
- учет накладываемых обременений.

Расчет общего размера убытков при обременении ($Y_{обр}$) земельного участка правообладателя, таким образом, рекомендуется проводить по следующей схеме:

$$Y_{обр} = Y_{ум} + UB + Y_{пр},$$

где $Y_{ум}$ – реальный ущерб имуществу при обременении;

UB – упущенная выгода при обременении;

$Y_{пр}$ – прочие, документально подтвержденные расходы правообладателя при обременении.

Реальный ущерб имуществу собственников указанных земельных участков равен рыночной стоимости зданий, сооружений и других улучшений при обременении его использования и рассчитывается в соответствии с российскими стандартами оценки (в пересчете на период ограничения прав).

Упущенная выгода при обременении земельного участка – частичный (в процентах к доходу) или полный (100-процентный) доход, не полученный правообладателем вследствие частичного или полного ограничения его права на часть участка земель на ограниченный срок или бессрочно.

Размер упущенной выгоды при обременении земельного участка зависит от целого ряда факторов, важнейшими из которых являются:

- вид хозяйственной деятельности на участке, который затронут ограничением прав;
- площадь участка с обременением;
- период времени ограничения прав (на определенный срок или бессрочно);
- период времени восстановления нарушенного производства (при обременении земельного участка на определенный срок);
- ежегодный валовой доход;
- ставка дисконтирования.

В связи с отсутствием методики для расчета убытков правообладателям при ограничении их прав в процессе создания особо охраняемых природных территорий, ее разработка является актуальной задачей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации. – М.: Проспект, 2008. – 112 с.
2. Российская Федерация. Законы. Об особо охраняемых природных территориях: федер. закон: [принят Гос. Думой 15 февраля 1995 г.] // «Российская газета», № 57, 22.03.1995 г. (с изм. от 27.12.2009 г. № 379-ФЗ).

Получено 26.10.2011

© *В.Н. Щукина, Ю.Е. Голякова, И.А. Малышкина, 2011*

УДК 349.417/.418 (571.14)

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ДОСТУПНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ В СФЕРЕ ВЕДЕНИЯ КАДАСТРА НЕДВИЖИМОСТИ ПУТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Дмитрий Николаевич Ветошкин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, и.о. директора Института кадастра и геоинформационных систем, тел. (383)361-08-19, e-mail: dmitry.vetoshkin@gmail.com

В статье представлены обоснование целесообразности и механизмы организации государственно-частного партнерства в сфере государственного кадастра недвижимости, как эффективного инструмента повышения качества и доступности государственных услуг.

Ключевые слова: кадастр, кадастровый инженер, государственные услуги, государственно-частное партнерство.

IMPROVEMENT OF QUALITY AND AVAILABILITY OF PROPERTY CADASTRE PUBLIC SERVICES THROUGH PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP

Dmitriy N. Vetoshkin

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Acting director of the Institute of cadastre and GIS, tel. (383)361-08-19, e-mail: dmitry.vetoshkin@gmail.com

The article describes the importance and mechanisms of organization public-private partnership in the real estate cadaster as an efficient instrument for improving the quality and availability of state services.

Key words: cadaster, cadastral surveyor, state services, public-private partnership.

В настоящий период в нашей стране в рамках проводимой административной реформы реализуется масштабная программа мероприятий, направленных на повышение качества и доступности государственных и муниципальных услуг¹. Основными направлениями для таких мероприятий стали совершенствование нормативно-правовой базы, расширение перечня способов получения государственных и муниципальных услуг, в том числе с использованием сети Интернет, разработка и внедрение механизмов межведомственного информационного взаимодействия и документооборота между органами государственной власти и местного самоуправления, создание сети специализированных многофункциональных центров (МФЦ).

Одним из наиболее активных участников программы является Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (далее – Росреестр), осуществляющая, помимо прочих функций, полномочия по государственному кадастровому учету недвижимого имущества и по ведению государственного кадастра недвижимости. Планом повышения качества и доступности предос-

¹ Сайт «Административная реформа в Российской Федерации», <http://ar.economy.gov.ru/>

тавления государственных услуг Росреестра на 2011 г. предусмотрено решение таких задач, как доработка и внедрение административных регламентов оказания услуг, обеспечение перехода на оказание услуг в электронном виде, создание информационной системы поддержки граждан и юридических лиц по вопросам предоставления государственных и муниципальных услуг, организация предоставления государственных услуг на базе многофункциональных центров, разработка и внедрение системы межведомственного взаимодействия, реализация механизмов внесудебного оспаривания действий (решений) территориальных органов и подведомственных учреждений, внедрение системы мониторинга качества оказываемых услуг². Выполнение плана мероприятий должно обеспечить соблюдение требований действующего законодательства при предоставлении услуг, расширение возможностей (путей) получения услуг, повышение удовлетворенности и снижение количества жалоб граждан и юридических лиц на качество оказываемых услуг, повышение рейтинга Росреестра по качеству и доступности услуг.

Вместе с тем, необходимо отметить, что существенное улучшение качества государственных услуг, прежде всего, по таким показателям, как расширение перечня, увеличение количества оказанных услуг (например, увеличение количества учетных действий или выданных кадастровых выписок), уменьшение сроков их оказания, организация взаимодействия с гражданами, юридическими лицами, а введение межведомственной системы взаимодействия с иными органами власти и ведомствами на практике, сопряжено с пропорциональным увеличением нагрузки на сотрудников территориальных органов Росреестра. В качестве основных вариантов решения этой проблемы Росреестром предлагаются переход на электронные формы взаимодействия с заявителями, а также передача части функций от территориальных органов в подведомственные учреждения Росреестра (ФБУ «Кадастровая палата» по субъектам Российской Федерации) и в многофункциональные центры.

Можно утверждать, что ни один из указанных вариантов оптимизации нагрузки на сотрудников Росреестра не позволяет эффективно решить данную задачу. Переход на электронные формы взаимодействия с гражданами и юридическими лицами действительно сокращает нагрузку на органы кадастрового учета, в частности, позволяет сократить такие действия, как личный прием-выдача документов, сканирование бумажных документов, ручное введение сведений в информационную систему, распечатка кадастровых сведений. Однако, переход на такую схему взаимодействия во многом зависит от ряда внешних объективных факторов, таких как техническая готовность и заинтересованность потребителей услуг Росреестра к взаимодействию в электронном виде, их готовность приобрести программное обеспечение, наличие качественных широкополосных электронных каналов связи, неопределенность правового статуса электронных документов в нотариате и в судах и т. д. Таким образом, полный переход на преиму-

² План повышения качества и доступности предоставления государственных услуг Росреестра на 2011 г.

щественно электронные формы взаимодействия в ближайшей перспективе представляется маловероятным.

Отдельно необходимо оценить эффективность передачи полномочий территориальных органов Росреестра в кадастровые палаты. Изначально это рассматривалось как мероприятие по снижению количества государственных служащих в рамках мероприятий по сокращению расходов федерального бюджета. Однако, несмотря на то, что сотрудники кадастровых палат не являются государственными служащими и их численность не влияет на общую стратегию сокращения количества чиновников, как работники бюджетной сферы в качестве источника заработной платы имеют все тот же федеральный бюджет. Передача функций в кадастровые палаты сопровождается значительным увеличением численности их сотрудников. Уже сегодня штатная численность сотрудников кадастровых палат в большинстве регионов Сибирского Федерального округа значительно (в отдельных случаях в разы) превышает численность аттестованных кадастровых инженеров, т. е. специалистов, выполняющих полный комплекс юридических и технических действий по подготовке документов для кадастрового учета (см. таблицу).

Таблица

Сравнение численности сотрудников кадастровых палат (КП) и численности аттестованных кадастровых инженеров (КИ) по субъектам, входящим в Сибирский Федеральный округ

Номер субъекта	Кадастровая палата	Численность сотрудников КП ³	Численность аттестованных КИ ⁴
04	по Республике Алтай	74	11
03	по Республике Бурятия	150	31
17	по Республике Тыва	77	10
19	по Республике Хакасия	164	65
22	по Алтайскому краю	673	416
24	по Красноярскому краю	1 003	427
38	по Иркутской области	495	358
42	по Кемеровской области	616	184
54	по Новосибирской области	290	355
55	по Омской области	524	293
70	по Томской области	262	142
75	по Читинской области	214	87
80	по Агинскому Бурятскому автономному округу	27	0
ИТОГО		4 569	2 379

³ Приказ Роснедвижимости от 15.09.2008 № П/0322.

⁴ Реестр кадастровых инженеров, portal.rosreestr.ru.

Как видно из вышеприведенных цифр, при текущей организации деятельности органов кадастрового учета уже сегодня для обработки документов и сведений, представленных на кадастровый учет, в целом требуется примерно в два раза больше сотрудников, чем специалистов, осуществляющих подготовку этих документов и сведений. Стоит полагать, что дальнейшее увеличение нагрузки на органы кадастрового учета потребует еще большего увеличения численности их персонала. Таким образом, становится очевидным, что решение задачи по повышению качества государственных услуг, при сохранении и даже уменьшении расходов на их оказание, в том числе в части количества сотрудников органов кадастрового учета, требует реализации иных подходов. В качестве такого решения предлагается принципиально иная форма организации деятельности органов кадастрового учета – организация государственно-частного партнерства в сфере ведения государственного кадастра недвижимости.

Википедия определяет государственно-частное партнерство как совокупность среднесрочных и долгосрочных форм взаимодействия государства и бизнеса для решения общественно значимых задач на взаимовыгодных условиях⁵. Как отмечается в статье, посвященной этой тематике, задача по налаживанию государственно-частного партнерства приобрела наибольшую актуальность в последние десятилетия, когда усложнение социально-экономической жизни затрудняет выполнение государством общественно значимых функций. С другой стороны, бизнес проявляет заинтересованность в новых объектах для инвестирования.

Общий вектор на развитие механизмов государственно-частного партнерства имеет место и в сфере кадастровых отношений. Так еще в 1998 г. Комиссией 7 Международной ассоциации землемеров (FIG)⁶ была подготовлена одна из наиболее авторитетных публикаций по теме перспектив развития национальных кадастровых систем «Кадастр 2014. Видение будущего кадастровых систем». В данной публикации в числе актуальных задач, стоящих перед кадастровыми системами как развитых, так и развивающихся стран, указаны необходимость усовершенствования услуг, предоставляемых этими системами, а также необходимость создания условий для окупаемости государственных расходов на создание и функционирование кадастровых систем. Разработчики концепции «Кадастр 2014» отмечают известную проблему государственного сектора: низкую мотивацию к совершенствованию государственных услуг по сравнению с частным сектором, где преобладает конкуренция. В связи с этим, «Кадастр 2014», по мнению представителей FIG, станет институтом, объединяющим общественный и частный сектор. К функциям частного сектора будут отнесены процедуры ведения кадастра. Государственный сектор должен сконцентрироваться на контроле. Это, по мнению представителей FIG, должно обеспечить баланс публичных и частных интересов: экономическую окупаемость

⁵ http://ru.wikipedia.org/wiki/Государственно-частное_партнёрство

⁶ <http://www.fig.net/cadastre2014/translation/c2014-russian.pdf>

государственных затрат на ведение кадастра, с одной стороны, и необходимую степень защиты и государственных гарантий, предоставляемых кадастровой системой, с другой.

Вступивший в силу в марте 2008 г. Федеральный закон от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» (далее – Закон о кадастре) создал предпосылки для внедрения механизмов государственно-частного партнерства в сфере ведения кадастра недвижимости в России. Прежде всего, это стало возможным благодаря четкому определению правового статуса профессионального участника кадастровой деятельности – кадастрового инженера.

Кадастровый инженер – это гражданин Российской Федерации, не имеющий непогашенной судимости за совершение умышленного преступления, получивший определенное среднее либо любое высшее профессиональное образование и успешно сдавший специальный квалификационный экзамен. Квалификация кадастрового инженера и, соответственно, его право выполнять кадастровые работы подтверждаются квалификационным аттестатом, который выдается квалификационной комиссией, созданной исполнительным органом власти субъекта Федерации. Квалификационный аттестат действует на всей территории России без ограничения сроков действия. Информация о кадастровых инженерах, о действии их квалификационных аттестатов публикуется в реестре кадастровых инженеров на официальном сайте Росреестра.

Кадастровый инженер вправе выбрать одну из двух предлагаемых форм организации своей деятельности – в качестве индивидуального предпринимателя или в качестве работника юридического лица. Но независимо от выбранной формы организации кадастровый инженер при выполнении кадастровых работ самостоятельно готовит и подписывает все документы, а также несет персональную ответственность за результат: от административной (возможность дисквалификации на определенный срок) до уголовной (за внесение заведомо ложных сведений в подготовленные документы).

Законом о кадастре предусмотрены специальные инструменты внешнего контроля над деятельностью кадастровых инженеров, а также механизмы обеспечения их ответственности. Квалификационные комиссии располагают полномочиями как выдавать квалификационные аттестаты, так и в определенных случаях аннулировать такие аттестаты, например, при принятии в течение года десяти и более решений об отказе в кадастровом учете на основании проверки подготовленных кадастровым инженером документов. Кадастровый инженер также может быть дисквалифицирован на определенный срок на основании решения суда.

Специальным механизмом контроля над деятельностью кадастровых инженеров является их членство в саморегулируемых организациях (далее – СРО). Согласно Закону о кадастре, а также специальному Федеральному закону № 315-ФЗ от 01.12.2007 г. «О саморегулируемых организациях», СРО разрабатывают для своих членов обязательные для исполнения правила и стандарты профессиональной деятельности, осуществляют плановый и внеплановый кон-

троль за их соблюдением, представляют интересы своих членов перед органами государственной власти и местного самоуправления, в том числе перед органами кадастрового учета, участвуют в работе квалификационных комиссий. Обязательным условием деятельности СРО является наличие общего компенсационного или страхового фонда, предназначенного для возмещения ущерба, причиненного заинтересованным лицам в результате действий членов СРО.

Таким образом, кадастровый инженер, являющийся членом СРО, – это квалифицированный специалист, чья квалификация объективно подтверждается результатом сдачи экзамена, в отношении которого осуществляется внешний объективный и независимый контроль, который несет полную юридическую и материальную ответственность за результаты своей работы и располагает ресурсами для компенсации возможного ущерба, полученного в результате его деятельности. Все это ставит его в гораздо более выгодное положение по отношению к сотрудникам органов кадастрового учета, которые не сдают каких-либо квалификационных экзаменов, их ответственность за принимаемые непропорциональные решения ничем не определена, законодательством также не установлена материальная или иная ответственность кадастровых палат перед потребителями их услуг или перед иными лицами, чьи права могли быть нарушены.

В связи с этим, можно сделать вывод, что роль кадастровых инженеров и их профессиональных объединений в сфере ведения кадастра может и должна быть повышена, а функции – расширены.

Во-первых, первым и принципиальным условием становления не только государственно-частного партнерства в сфере ведения кадастра, но и сотрудничества между органами кадастрового учета и представителями профессионального сообщества, направленного на решение совместных задач, является признание кадастровых инженеров и их профессиональных объединений равноправными участниками процесса создания и ведения кадастра. На практике это должно реализовываться через обязательное привлечение профессионального сообщества к нормотворческому процессу на всех его этапах и уровнях (от подготовки проектов федеральных законов до разработки приказов отдельных ведомств). Объединения кадастровых инженеров должны иметь равный голос, а в отдельных случаях и право вето при обсуждении проектов нормативных и технических документов в сфере кадастровых отношений. В свою очередь, подготовленные саморегулируемыми организациями правила и стандарты профессиональной деятельности также должны проходить через процедуру обсуждения и одобрения со стороны Росреестра, с тем, чтобы они не вступали в противоречие с правоприменительной практикой органов кадастрового учета.

Во-вторых, часть функций, связанных с ведением государственного кадастра недвижимости, может быть передана кадастровым инженерам. На примере передового европейского опыта (Дания, Швеция), где за ведение кадастра отве-

чают представители профессионального сообщества, к числу таких функций могут быть отнесены:

1. Самостоятельная подготовка и получение сведений государственного кадастра недвижимости для выполнения кадастровых работ, а также по запросам иных лиц через механизм доступа к информационному ресурсу государственного кадастра недвижимости по электронным каналам связи. Оплата за предоставление таких сведений может взиматься с кадастровых инженеров в виде абонентской платы.

2. Ввод в информационный ресурс государственного кадастра недвижимости документов и сведений о результатах кадастровых работ, включая оформление заявления, сканирование документов, ввод семантической и графической информации о задействованных объектах недвижимости. Передача кадастровым инженерам этих функций позволит сократить работу, как минимум, трех отделов в каждой кадастровой палате: отдел приема-выдачи документов, отдел сканирования, отдел ввода данных. В свою очередь, сотрудники кадастровых палат, смогут сконцентрировать свою деятельность на контроле за действиями кадастровых инженеров, а также на проверке представленных документов и сведений и на принятии соответствующих решений.

3. Полномочия и обязанность представлять интересы заказчиков кадастровых работ в органах кадастрового учета, других органах государственной власти и местного самоуправления, т. е. выступать квалифицированным посредником между гражданами и юридическими лицами и органами власти, в том числе органами кадастрового учета. Стоит отметить, что реализация подобного механизма взаимодействия в Управлении Роснедвижимости по Новосибирской области в 2008–2010 гг. позволила быстро и эффективно решить сложную проблему очередей в органах кадастрового учета г. Новосибирска и Новосибирского района при минимальном количестве задействованных сотрудников.

В-третьих, профессиональное сообщество кадастровых инженеров и их профессиональные объединения могут привлекаться к решению сложных технических и наукоемких задач, связанных с ведением государственного кадастра недвижимости, и, прежде всего, таких, как обеспечение перехода к единым местным системам координат субъектов Российской Федерации⁷ и уточнение (устранение) ошибок в кадастровых сведениях о местоположении границ ранее учтенных земельных участков.

В данном случае, накопленные профессиональным сообществом за годы выполнения геодезических, землеустроительных, кадастровых работ пространственные данные (в том числе параметры перехода от местных систем координат населенных пунктов к государственным системам координат), наличие

⁷ Выступление начальника Управления информационных технологий Росреестра О.Ф. Шварца на совещании с кадастровыми инженерами в ФГБОУ ВПО «СГГА», январь 2011 г.

геодезического, в том числе спутникового ГЛОНАСС/GPS оборудования, профессиональных кадров, алгоритмов и программного обеспечения позволит быстро и эффективно решить поставленные задачи. Непосредственно участвующие в процессе ведения кадастра недвижимости представители профессионального сообщества будут заинтересованы и мотивированы к решению таких задач.

Реализация государственно-частного партнерства позволит решить основные проблемы, стоящие как перед профессиональными участниками кадастровой деятельности, так и перед органами кадастрового учета, в том числе:

– снизит затраты государства на ведение государственного кадастра недвижимости, оптимизирует нагрузку на сотрудников органов кадастрового учета, позволит сконцентрировать их деятельность по таким важным направлениям, как администрирование баз данных информационных систем в кадастре, организация информационного взаимодействия и устранение противоречий с иными информационными ресурсами (реестр прав, лесной реестр, налоговый реестр, системы обеспечения градостроительной деятельности) и т. д.;

– существенно улучшит условия для организации деятельности кадастровых инженеров (обеспечит их полными и достоверными кадастровыми сведениями при выполнении кадастровых работ), а также повысит конкуренцию на рынке кадастровой деятельности за счет исключения административного фактора;

– окончательно разграничит ответственность между кадастровыми инженерами и органами кадастрового учета – за весь процесс образования и кадастрового учета недвижимого имущества будет отвечать кадастровый инженер, а учетный орган – осуществлять контроль за их деятельностью.

Очевидно, что внедрение механизмов государственно-частного партнерства в сфере ведения кадастра потребует значительных подготовительных мероприятий. Это и внесение необходимых изменений в законодательство в сфере ведения кадастра недвижимости, и существенная переработка программ квалификационных экзаменов для кадастровых инженеров, и введение условия обязательной периодической профессиональной переподготовки для кадастровых инженеров, а также условие обязательного членства кадастровых инженеров в СРО. Однако, уже сегодня, выстраивая и отлаживая механизмы взаимодействия между органами власти, необходимо одновременно вводить и настраивать современные модели взаимодействия и с профессиональными участниками рынка, поскольку только таким образом можно решить задачу создания эффективной системы оказания государственных и муниципальных услуг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон № 221-ФЗ от 24.07.2007 г. «О государственном кадастре объектов недвижимости» // Собрание законодательства РФ. – 30.07.2007. – № 31. – Ст. 4017.
2. Федеральный закон № 315-ФЗ от 01.12.2007 г. «О саморегулируемых организациях» // Собрание законодательства РФ. – 03.12.2007. – № 49. – Ст. 6076.

3. Приказ Минэкономразвития РФ от 22.01.2010 № 23 (ред. от 12.07.2010) «Об утверждении Положения о составе, порядке работы квалификационной комиссии для проведения аттестации на соответствие квалификационным требованиям, предъявляемым к кадастровым инженерам, порядке проведения квалификационного экзамена на соответствие квалификационным требованиям, предъявляемым к кадастровым инженерам, о перечне документов, представляемых одновременно с заявлением о получении квалификационного аттестата кадастрового инженера» // Российская газета. – 19.02.2010. – № 36.

4. Приказ Роснедвижимости от 15.09.2008 № п/0322 «О предельной численности работников федеральных государственных учреждений "Земельная кадастровая палата" по субъектам Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bestpravo.ru/rossijskoje/bs-pravila/r9a.htm>.

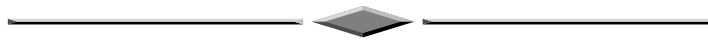
5. Международная ассоциация землемеров (FIG) «Кадастр 2014. Видение будущего кадастровых систем» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fig.net/cadastre2014/translation/c2014-russian.pdf>.

6. Материалы Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.

Получено 13.12.2011

© Д.Н. Ветошкин, 2011

КАРТОГРАФИЯ



УДК 594.9

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ КАРТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ТЕРРИТОРИИ

Ольга Николаевна Николаева

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент СГГА, тел. 8923-227-89-57, e-mail: onixx76@mail.ru

В статье изложены основные принципы и технологические особенности создания одного из типов биогеографических карт – карт экологического разнообразия территории. Приведены примеры уже созданных карт на Западную Сибирь и Россию.

Ключевые слова: биоразнообразие, биогеографическое картографирование, экосистема, растительность, животное население, ГИС, ГИС MapInfo.

SOME ASPECTS OF ECOLOGICAL DIVERSITY MAPPING

Olga N. Nikolayeva

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk 630108, Russian Federation, Ph.D., Assoc. Prof. of SSGA, tel. 8923-227-89-57, e-mail: onixx76@mail.ru

Basic principles and technological features of mapping are stated as concerns one of the biogeographical maps type making, namely the territory ecological diversity maps. The examples of the already produced maps for West Siberia and Russia are presented.

Key words: biodiversity, biogeographic mapping, ecosystem, vegetation, animal habitat, GIS, GIS MapInfo.

В условиях современной цивилизации отрицательное антропогенное воздействие на окружающую среду вышло за пределы урбанизированных территорий. Многочисленные наблюдения фиксируют повышенную концентрацию техногенных загрязнителей в воздухе и почве не преобразованных человеком территорий, удаленных на огромные расстояния от промышленных центров; постоянно растет количество «очагов» вторжения человека в доселе нетронутую природу за счет прироста деревообрабатывающей, нефтедобывающей и других отраслей промышленности. В силу этого становится очевидной необ-

ходимость контроля современного состояния биосферы повсеместно, а не только в зонах антропогенного воздействия. Одним из важных параметров, позволяющих оценить состояние и нарушенность экосистем, является оценка биологического разнообразия (биоразнообразия).

Уменьшение биоразнообразия – это тревожный симптом, свидетельствующий о нарастающем деструктивном влиянии антропогенной деятельности на местную экосистему, что отрицательно сказывается как на здоровье самой экосистемы, так и на здоровье человеческого населения, обитающего в ее пределах. Оно может проявляться в сокращении числа видов, обитающих на данной местности, в сокращении мест обитания, пригодных для существования конкретного вида, или в ухудшении качества генофонда.

Одной из важных характеристик биоразнообразия является экологическое разнообразие (ЭР) – разнообразие территориальных сочетаний живых организмов на разных уровнях организации биосферы [1]. Понятие экологического разнообразия – одно из ключевых в природоохранной деятельности, поскольку одна из главных задач природоохранной деятельности – сохранять пространственное распределение наземных и водных экосистем (в том числе, с учетом охраны и растительного, и животного населения). Соответственно, сохранение экологического разнообразия – один из главных залогов сохранения биоразнообразия на любой территории.

В настоящее время активно формируется новая отрасль тематического картографирования – биогеографическое картографирование. Как отмечает Ю.С. Равкин [2], из всех способов представления информации о биоразнообразии наиболее удобным зачастую являются именно карты, так как они позволяют наглядно отобразить очертания и размеры ареалов, занимаемых различными видами, а также отображают пространственную динамику видового состава по мере изменения географической широты, высотной поясности или приближения к промышленным областям.

В Сибирской государственной геодезической академии (СГГА) карты экологического разнообразия составляются в научном сотрудничестве с Институтом систематики и экологии животных СО РАН, под руководством доктора биологических наук, профессора, заведующего лабораторией зоологического мониторинга ИСиЭЖ СО РАН Ю.С. Равкина. В настоящее время ведутся исследования по двум основным районам работ: Западно-Сибирская равнина и Северная Евразия в границах СССР. Такой выбор территории объясняется, во-первых, особенностями накопленного статистического материала, а во-вторых, территориальной привязкой организаций и учреждений, выполнявших работы по сбору и систематизации исходных данных.

В настоящее время сотрудниками ИСиЭЖ и СГГА создана серия карт экологического разнообразия Западной Сибири, характеризующих экологическое разнообразие беспозвоночных, наземных позвоночных, растительности, птиц и экосистем [3, 4]. Также завершается формирование серии аналогичных карт на территорию Северной Евразии в границах СССР, включающей в себя карты

экологического разнообразия земноводных, млекопитающих, пресмыкающихся и экосистем. Примеры созданных карт приведены на рис. 1 и 2.

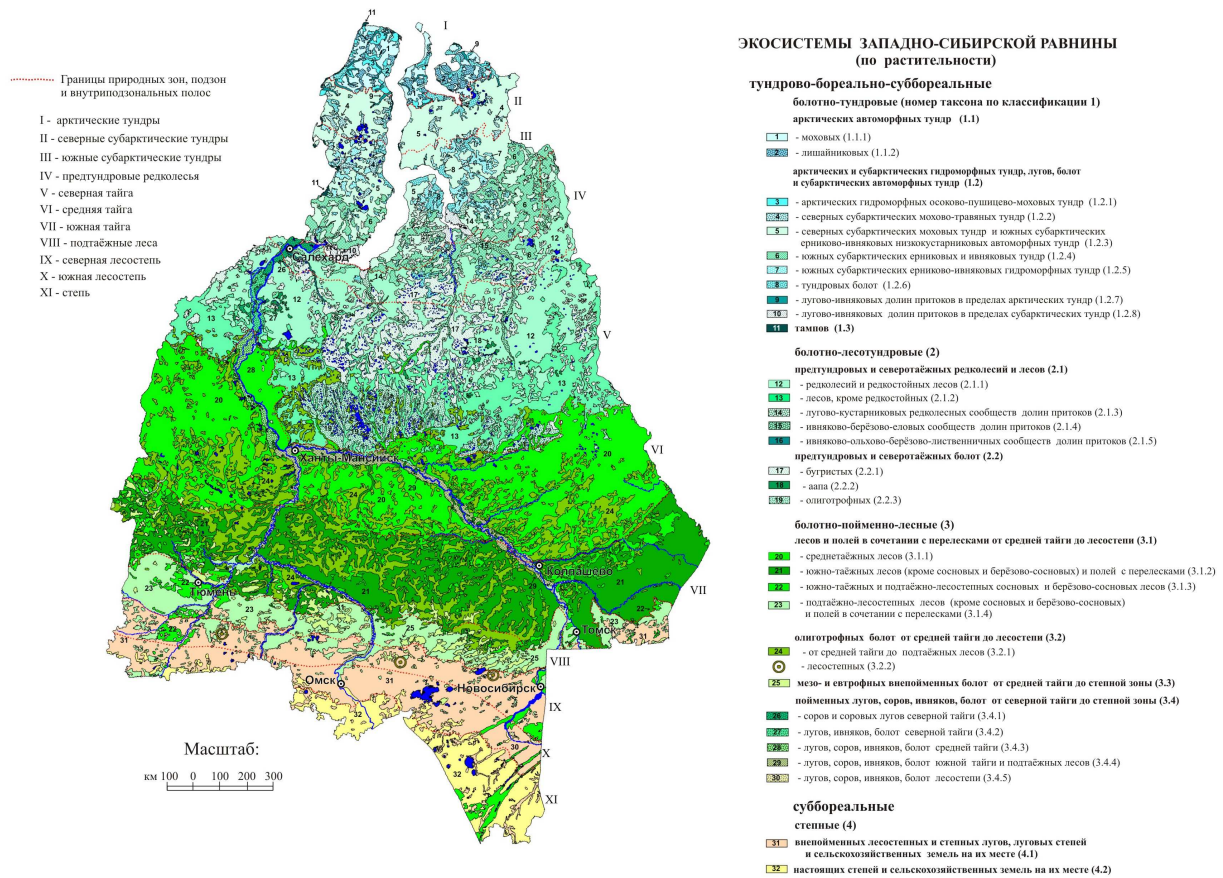


Рис. 1. Карта экосистем Западно-Сибирской равнины (по растительности)

Карты экологического разнообразия составлялись на основе разработанных биологами классификаций, основанных на территориальной неоднородности экосистем. В качестве показателей неоднородности, в зависимости от целей исследования, выступали лидирующие виды флоры или фауны (по количеству участков встречаемости и числу отмеченных видов) или процентное содержание гумуса, мортмассы и фитомассы. Элементарной территориальной ячейкой, к которой привязывались вышеперечисленные показатели, являлся выдел растительности (на картах экологического разнообразия Западной Сибири) или участок природной подзоны протяженностью по долготе в 10° (на картах Северной Евразии в границах СССР).

В процессе создания карт исходные выделы объединялись в группы более высоких классификационных единиц, в соответствии – классификациями, разработанными для каждой отдельной карты. На картах ЭР Западной Сибири оказалось достаточным выделять лишь типы и подтипы животного или растительного населения (см. рис. 1). На картах ЭР Северной Евразии в границах СССР,

в силу большего территориального охвата этих карт и сложности биоценотической ситуации, сформировалась более дробная система деления: регион – подобласть – провинция – округ – район (см. рис. 2).

Фаунистическое районирование Северной Евразии по наземным позвоночным

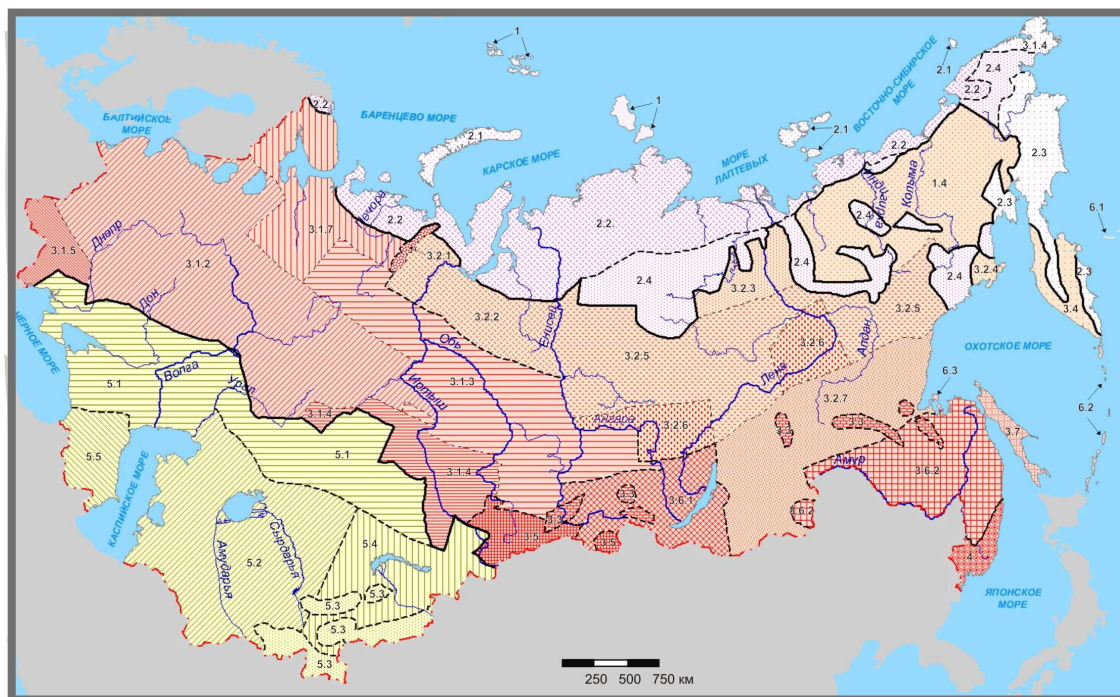


Рис. 2. Карта фаунистического районирования Северной Евразии по наземным позвоночным

Работы по созданию карт велись в ГИС MapInfo. На оба района работ имелась исходная цифровая общегеографическая основа, созданная сотрудниками лаборатории зоологического мониторинга ИСиЭЖ СО РАН. Основными элементами основы являлись границы выделов и гидрография (на основе для карт Западной Сибири – речная сеть, на основе для карт Северной Евразии в границах СССР – береговая линия, включая крупные внутренние водоемы (Каспийское море и озеро Байкал)). К каждому выделу была привязана обширная семантическая информация.

В ходе работ исходные выделы объединялись в соответствии с разработанной классификацией, за счет чего формировались новые слои, содержащие более высокие классификационные единицы: подтипы населения, типы населения, районы, округа, провинции и т. п. Это достаточно трудоемкий и кропотливый процесс, выполнявшийся вручную и требовавший большого внимания и самоконтроля работника на всех стадиях. Тщательно разрабатывалось цветовое оформление создаваемых карт, поскольку оно должно было отвечать следующим условиям:

- 1) отображать зональное деление территории;
- 2) отображать деление участков разного ранга внутри основных зональных единиц;
- 3) отображать соподчинение границ территорий разного ранга.

В конечном счете, все эти задачи были решены средствами MapInfo, за счет использования сложных сочетаний фоновых заливок и разноцветных штриховок (см. рис. 1, 2). Однако финальная стадия создания карт потребовала использования CorelDraw для окончательной верстки карт, поскольку данные карты предназначались к воспроизведению в печати.

По результатам проведенных работ можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо более тщательно подходить к вопросу проектирования и создания цифровой основы для подобных карт; в частности, заблаговременно решать вопрос о необходимости слоев с населенными пунктами, государственными границами, сопредельными территориями и т. п. По сути своей эти слои не несут основную тематическую нагрузку, но являются вспомогательными, так как облегчают ориентировку на карте и улучшают ее чтение, упрощают ее восприятие потребителем. При отсутствии этих слоев с самого начала работы, их придется создавать особо, возможно – по иным картографическим источникам, отличным от тех, которые использовались для оцифровки выделов и гидрографии. Это, во-первых, снизит качество создаваемой карты, и, во-вторых, замедлит процесс ее создания.

2. Процесс объединения исходных выделов может быть в значительной мере автоматизирован за счет разработки программы, позволяющей в автоматическом режиме проводить объединение, загружая в MapInfo исходную классификацию. Выбор языка написания зависит от подготовки имеющихся специалистов и круга имеющегося в наличии лицензионного программного обеспечения.

3. Процесс выбора оформления карты экологического разнообразия также можно частично автоматизировать, прописав основные принципы присвоения тех или иных цветов и штриховок территориям разного ранга. Однако на последнем этапе неизбежно потребуются участие оператора, который будет оценивать и корректировать карту с точки зрения ее восприятия человеком.

4. Если конечным результатом является публикация карты в традиционном (бумажном) виде, то независимо от степени усовершенствования технологических этапов создания карты ЭР в MapInfo, созданная карта все равно будет дорабатываться в CorelDraw, в силу технологических особенностей и требований современных полиграфических процессов.

Созданные карты экологического разнообразия Западной Сибири и Северной Евразии в границах СССР являются ценным научно-справочным пособием для ученых-биологов, зоологов, географов и пр. Наглядное отображение на этих картах результатов уже проведенных исследований позволяет систематизировать накопленную информацию, выявить закономерности пространственно-временной организации растительного или животного населения, установить основные тенденции изменения природно-территориальных комплексов и, в конечном счете, спланировать дальнейшее направление научных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Г.Н. Огуреева, Т.В. Котова. Картографирование биоразнообразия // География и мониторинг биоразнообразия. Раздел IV. – М.: Изд-во НУМЦ, 2002. – С. 371–41.
2. Ю.С. Равкин, Е.С. Равкин. Опыт картографирования населения животных // Известия АН. Серия географ. – 2004. – № 1. – С. 88–97.
3. Пространственно-типологическая дифференциация экосистем Западно-Сибирской равнины. Сообщение I Растительный покров / В.П. Седельников, Ю.С. Равкин и др. // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 3. – С. 311–323.
4. V.P. Sedel'nikov, Yu.S. Ravkin, A.A. Titlyanova, I.N. Bogomolov, and O.N. Nikolaeva. Spatial-Topological Differentiation of Ecosystems of the West Siberian Plain. Communication I: Plant Cover // Contemporary Problems of Ecology, 2011, Vol. 4, No. 3, pp. 229–240.

Получено 12.10.2011

© О.Н. Николаева, 2011

УДК 528.92:004

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ

Дмитрий Витальевич Лисицкий

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой картографии и геоинформатики, тел. (383)361-06-35, e-mail: dlis@ssga.ru

Петр Юрьевич Бугаков

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры прикладной информатики, тел. (383)343-18-53, e-mail: kaf.pi@ssga.ru

В статье приводятся основные методы картографической визуализации трехмерных моделей. Рассматривается проблема сочетания наглядных высоко детализированных моделей и знаковых средств при картографической визуализации трехмерных моделей местности.

Ключевые слова: визуализация, трехмерная модель, геоизображение.

CARTOGRAPHIC VISUALIZATION OF THREE-DIMENSIONAL TERRAIN MODELS

Dmitriy V. Lisitskiy

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk 630108, Prof., Dr, head of the department of cartography and GIS, tel. (383)361-06-35, e-mail: dlis@ssga.ru

Petr Yu. Bugakov

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk 630108, assistant lecturer, department of applied informatics, tel. (383)343-18-53, e-mail: kaf.pi@ssga.ru

Some basic methods of cartographical visualization of three-dimensional models are considered. The problem of a combination of the highly detailed models and symbols at cartographical visualization of three-dimensional terrain models is considered.

Key words: visualization, three-dimensional model, geoimage.

Технологический прогресс в области электроники и вычислительной техники способствует развитию всех сфер человеческой деятельности. Использование электронных средств получения, хранения, обработки и передачи информации привело как к количественным, так и к качественным изменениям в различных отраслях производства. Так, в геодезии, фотограмметрии и картографии внедрение новых электронных измерительных и вычислительных систем не только оказало влияние на объемы собираемой и обрабатываемой информации, но и позволило получать качественно новую информацию, процесс сбора которой был ранее недоступен для существующих средств измерений. Современные средства трехмерного лазерного сканирования способны формировать

облако точек, на основе которого с помощью специальных программных средств создаются трехмерные модели территорий. Современные космические аппараты, оснащенные радиолокационными и оптико-электронными системами, позволяют производить стереосъемку земной поверхности с высоким пространственным разрешением.

Сбор информации является одним из важных этапов создания картографических произведений. Не менее значимым этапом является визуализация полученной информации. Сущность визуализации заключается в том, чтобы сделать невидимые данные видимыми для человека. Например, построить геоизображение по цифровой модели местности, хранящейся в цифровом виде на электронном носителе. В картографическом словаре [2] дано следующее толкование термина «визуализация»: «Визуализация [visualization, display, viewing] – преобразование невидимых человеческому глазу физических параметров или кодов объекта в удобное для зрительного восприятия черно-белое или цветное изображение». Однако в картографии и геоинформатике часто визуализацией называют сам процесс проектирования геоизображений на основе цифровых данных по определенным правилам и алгоритмам [2]. Так, в толковом словаре по геоинформатике [3] визуализация толкуется как «... проектирование и генерация изображений, в том числе геоизображений и иной графики на устройствах отображения (преимущественно на экране дисплея) на основе исходных цифровых данных и правил и алгоритмов их преобразования».

Благодаря бурному техническому развитию в области трехмерной графики, наиболее перспективной является визуализация трехмерных моделей. Поэтому в данной статье будут рассматриваться методы компьютерной картографической визуализации трехмерных моделей местности.

Под картографической визуализацией трехмерной модели местности будем понимать метод преобразования цифровой трехмерной модели земной поверхности в удобное для зрительного восприятия изображение в соответствии с картографическими законами.

Методы визуализации, применяемые при изготовлении традиционных бумажных карт и физических макетов, подробно описаны в [5–7].

Можно выделить три основных метода картографической визуализации трехмерных моделей.

1. Двухмерная визуализация на дисплее.
2. Трехмерная визуализация в виде физических макетов.
3. Трехмерная визуализация в виде голографического изображения.

Выбор того или иного метода визуализации обусловлен требованиями к будущему геоизображению: его мерности, специфике, средствам отображения. Кроме того, процесс подготовки визуализации включает в себя настройку ряда параметров, оказывающих влияние на качество получаемого геоизображения, его наглядность и, следовательно, уровень его восприятия человеком.

Двухмерная визуализация трехмерной модели предназначена для получения перспективного изображения участка земной поверхности на плоскости –

дисплее электронного устройства. Переход от трехмерной модели к плоскому изображению осуществляется с помощью проецирования. Быстрое развитие данного метода обусловлено доступностью технических средств визуализации. Графическая подсистема вывода любого современного компьютера способна обработать цифровую трехмерную модель местности и произвести ее визуализацию на дисплее. Существенное влияние на темп развития двухмерной картографической визуализации оказало широкое распространение портативной электроники. Планшетные компьютеры, коммуникаторы, смартфоны, автомобильные навигаторы обладают программными и аппаратными средствами двухмерной визуализации трехмерных моделей местности.

Компьютерная трехмерная визуализация в виде физических макетов стала возможна с появлением так называемых 3D-принтеров. 3D-принтер – устройство, использующее метод создания физического объекта на основе виртуальной 3D-модели. Результатом работы 3D-принтера является трехмерный физический объект. В различных моделях 3D-принтеров печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов (фотополимеров, термопластика). Более дорогие модели 3D-принтеров позволяют строить полноцветные макеты. Принцип трехмерной печати заключается в послойном создании (выращивании) твердого тела. Получаемые макеты обладают высокой точностью (толщина слоя составляет примерно 0,05–0,1 мм) и наглядностью. Трехмерная печать уже сейчас используется в машиностроении, архитектурном дизайне, медицине, картографии. Однако стоимость 3D-принтеров очень высока, поэтому широкого распространения они пока не получили.

Одной из перспективных разработок в области визуализации трехмерных изображений является голография. Область применения трехмерных голограмм очень широка. Они могут быть использованы как в сфере развлечений, так и в науке. Использование трехмерных голограмм в картографии существенно повысит наглядность картографических произведений, облегчит работу с ними. Восприятие картографической информации выйдет на новый уровень, поскольку человек будет взаимодействовать уже не с плоской проекцией трехмерного пространства на экране монитора, а с действительно трехмерной моделью. Развитие технологии трехмерной голографии является одним из наиболее важных и приоритетных направлений в области визуализации информации. И хотя в этом направлении имеются определенные достижения, современные средства формирования трехмерного голографического изображения все еще находятся на уровне экспериментальных разработок.

Поскольку технические средства трехмерной картографической визуализации все еще остаются весьма дорогими и находятся на стадии начального развития, то наиболее актуальным является метод визуализации трехмерных моделей на плоскости (дисплее), некоторые аспекты которого будут рассмотрены ниже.

Одно из наиболее важных проявлений визуализации как процесса преобразования цифровой трехмерной модели в плоское геоизображение состоит в оп-

ределении оптимального соотношения между наглядностью и знаковостью получаемого геоизображения [1]. Геоизображение, построенное по реалистичной высоко детализированной трехмерной модели местности без использования условных обозначений, обладает максимальной наглядностью и сравнимо с обычной фотографией этой местности. Такое геоизображение передает форму объектов и их некоторые свойства, определяемые визуально, но не способно самостоятельно передать информацию о назначении, структуре, внутренних характеристиках этих объектов. Например, по изображению водоема, полученному при визуализации реалистичной трехмерной модели, нельзя определить его глубину, химический состав воды, происхождение. С другой стороны, условные знаки могут вовсе не иметь визуальной схожести с обозначаемыми объектами реального мира. Однако условный знак, благодаря графическим средствам (форма, размер, ориентировка, цвет, насыщенность цвета и внутренняя структура [5]), способен отобразить дополнительную «невизуальную» информацию. Условный знак объекта является его семантической составляющей. Кроме этого, по сравнению с реалистичными изображениями объектов условные знаки обладают большей метричностью, то есть обеспечивают большее удобство измерения по геоизображению. Так, А.М. Берлянт в своей работе [1] ставит вопрос, «...что важнее для пользователя: иметь максимально наглядное, легко узнаваемое изображение изучаемого объекта или иметь знаковую модель, удобную для измерений?».

Таким образом, можно утверждать, что стремление повысить наглядность за счет уменьшения знаковых средств изображения при визуализации может привести к потере информативности и метричности получаемого геоизображения, а следовательно, к сокращению сферы его научно-практического использования. Возникает проблема сочетания наглядных высоко детализированных моделей и знаковых средств при картографической визуализации трехмерных моделей местности. В настоящее время можно выделить четыре основных подхода к решению сформулированной проблемы.

Первый подход заключается в типизации визуализируемых моделей. В окружающем мире существует огромное количество одинаковых (родственных) объектов, отличающихся между собой лишь незначительными внешними или внутренними признаками. К таким объектам относятся, например, деревья одной породы или типовые панельные пятиэтажные дома. При моделировании и картографической визуализации трехмерных моделей потребуется большое количество ресурсов (временных, машинных и т. д.) для воспроизведения индивидуальных особенностей родственных объектов, а результат такой работы может быть либо не востребован, либо вовсе не различим на фоне общих очертаний объекта. Поэтому имеет смысл проводить типизацию моделей, которая заключается в замене отдельных объектов их собирательными обозначениями, то есть заменять родственные объекты некоторыми типовыми моделями, обладающими основными хорошо различимыми визуальными признаками реального объекта без индивидуальных особенностей. Например, для каждой породы

деревьев создать одну модель, обладающую отличительными внешними признаками. В этом случае при визуализации смешанного леса будут использованы клоны двух-трех моделей деревьев. Такой подход существенно сократит временные и трудовые затраты на создание и визуализацию трехмерной модели местности.

Вторым подходом к решению проблемы сочетания наглядных детализированных моделей и знаковых средств при картографической визуализации трехмерных моделей местности является установление зависимости уровня детализации моделей объектов от выбранного масштаба визуализации. При визуализации трехмерной модели местности в мелком масштабе площадь охвата увеличивается, визуальный размер моделей объектов уменьшается. В этом случае высокой детализации не требуется, и модель объекта может быть замещена трехмерным условным знаком. Наоборот, при выборе крупного масштаба объекты желательно представлять детально проработанными моделями. Зависимость масштаба визуализации от детализации визуализируемых моделей местности схематически показана на рисунке.



Рис. Соотношение масштаба визуализации и детализации моделей

Третий подход к решению проблемы сочетания наглядных моделей и знаковых средств при картографической визуализации трехмерных моделей местности заключается в использовании условных знаков в качестве интерактивных элементов для визуализации отдельных реалистичных моделей объектов. То есть визуализация детализированной модели объекта осуществляется по запросу пользователя.

Реализация данного подхода состоит из нескольких этапов.

1. Проектирование интерактивной трехмерной модели местности, содержащей трехмерные условные знаки реальных объектов.
2. Подготовка реалистичных трехмерных моделей объектов.
3. Обеспечение интерактивного перехода от условных знаков на модели местности к соответствующим трехмерным моделям объектов.
4. Визуализация знаковой модели местности.
5. При интерактивном выборе условного знака объекта происходит визуализация соответствующей реалистичной трехмерной модели.

Таким образом, пользователь, работая со знаковым интерактивным геоизображением местности, может при необходимости получить реалистичное изображение любого выбранного объекта.

И наконец, четвертый подход представляет собой использование комбинации условных знаков и реалистичных трехмерных моделей объектов. Например, при картографической визуализации трехмерной модели городской территории исторически и культурно значимые объекты, памятники архитектуры визуализируются в виде наглядных высоко детализированных моделей, а остальные объекты: типовые здания, инженерные сооружения – заменяются трехмерными условными знаками.

Каждый подход к решению проблемы сочетания наглядности и знаковости при картографической визуализации трехмерных моделей местности имеет свои преимущества и недостатки. Выбор необходимого подхода должен осуществляться индивидуально для каждого конкретного случая. Не исключается, что в некоторых случаях достижению оптимального результата при картографической визуализации трехмерной модели местности будет способствовать комбинированное использование нескольких подходов к решению проблемы сочетания наглядных моделей и знаковых средств.

В заключение необходимо также упомянуть другие, не менее важные проблемы картографической визуализации трехмерных моделей местности на плоскости. К ним относятся:

- 1) выбор вертикального масштаба и масштаба в плане;
- 2) генерализация объектов при визуализации;
- 3) выбор проекции визуализации;
- 4) выбор формы области визуализации;
- 5) визуализация интерактивных элементов;
- 6) визуализация анимации;
- 7) выбор и настройка источников света при визуализации;
- 8) разрешение готового изображения.

Использование трехмерной графики в картографии делает ее более адекватной окружающему нас миру и существенно повышает наглядность картографического произведения. Повышается качество восприятия информации о пространстве, объектах, процессах, которыми оно представлено. При этом особое место отводится картографической визуализации. В данный момент не существует единых методологических основ картографической визуализации трехмерных моделей местности. Поэтому решение перечисленных проблем в области картографической визуализации является одной из приоритетных задач картографии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт А.М. Свойства визуализации как способа моделирования геоизображений // Геодезия и картография. – 2005. – № 12. – С. 43–52.
2. Берлянт А.М. Картографический словарь. – М.: Науч. мир, 2005.

3. Геоинформатика. Толковый словарь терминов / Под ред. А.М. Берлянта, А.В. Кашкарева. – М.: ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.
4. Берлянт А.М. Виртуальные геоизображения. – М.: Научный мир, 2001. 56 с.: 2 цв. вкл.
5. Берлянт А.М. Картография: учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2001.
6. Салищев К.А. Картоведение. 3-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 400 с.
7. Салищев К.А. Проектирование и составление карт. 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1987. 240 с.

Получено 01.10.2011

© Д.В. Лисицкий, П.Ю. Бугаков, 2011

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 502.33(571.16)

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Ольга Геннадьевна Невидимова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, Академический пр., 10/3, кандидат географических наук, тел. (382)249-22-23, e-mail: olga-nevidimova@mail.ru

Елена Петровна Янкович

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, старший преподаватель, тел. (382)242-61-73, e-mail: YankovichEP@ignd.tpu.ru

На основе понятия «природно-климатическая уязвимость» с использованием ГИС оценены наиболее опасные природные процессы на территории Томской области и представлено их пространственное распределение.

Ключевые слова: природно-климатическая уязвимость, природный фактор, гидрометеорологические факторы, опасные природные процессы.

GEOINFORMATIONAL INVESTIGATIONS OF REGIONAL NATURE-CLIMATIC PECULIARITIES

Olga G. Nevidimova

Institute of monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS (IMCES), 634055, Russia, Tomsk, Academicheskyy Ave, 10/3, Ph.D., tel. (382)249-22-23, e-mail: olga-nevidimova@mail.ru

Elena P. Yankovich

Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30, senior lecturer, tel. (382)242-61-73, e-mail: YankovichEP@ignd.tpu.ru

In the article was made analysis climatic conditions of territory of Tomsk oblast, based on definition of nature-climatic vulnerability. Initial data were processed with use of GIS Technology.

Key word: nature-climatic vulnerability, natural factor, hydrometeorological factors, dangerous natural processes.

Задачи анализа, оценки и прогнозирования природных опасностей никогда не теряли своей актуальности. Наибольшую остроту они приобрели в последнее

время, когда увеличивающаяся вариабельность гидрометеорологических характеристик на различных уровнях пространственной локализации все чаще генерирует опасные для человека ситуации. Сложность комплексного изучения природных опасностей обуславливается, прежде всего, их разнообразием, которое определяется множественностью географических, экологических обстановок и природно-климатических взаимосвязей в отдельно взятом регионе. При этом появляется необходимость в конкретной и территориально распределенной информации о явлениях или процессах, позволяющих сформировать детальный образ территории. На этапе региональной детализации общих закономерностей пространственного распределения различных природных опасностей практически безальтернативны геоинформационные технологии, дающие возможность визуального отображения совокупной картины природно-климатической ситуации с одновременным анализом гидрометеорологических факторов и характера их взаимосвязей. Основной целью настоящего исследования является выявление, классификация, территориальная дифференциация опасных природных процессов на основе анализа природно-климатической уязвимости территории регионального уровня. Региональный анализ позволяет учесть специфику природных условий, дает более детальную картину, которая на федеральном уровне, как правило, обобщается. Анализ природных опасностей на территории Западной Сибири проводился на примере Томской области с учетом возможных изменений геосистем в условиях потепления климата. В основу исследования положены статистические данные за последний 30-летний период по 21 метеостанции Томской области.

Томская область – классический пример региона с высоким сырьевым потенциалом и суровых климатических условий. И если сырьевая независимость области дает ей стратегические преимущества по сравнению с другими территориями, то суровость климата является существенным ограничителем эффективности хозяйственной деятельности. По многим климатическим показателям (резкие колебания суточного и годового хода температур, сложная гидрологическая ситуация, длительный зимний период и т. д.) Томскую область относят к крайне некомфортным для жизнедеятельности территориям. Таежная зона Томской области характеризуется избыточным увлажнением – это одна из самых переувлажненных зон в России. В условиях изменения климата ситуация приобрела еще более острое и неоднозначное звучание.

Согласно полученным оценкам, на всей территории отмечался рост температуры со средней скоростью 0,34 °С за 10 лет. Для обширной равнинной территорий области фактически полученные значения повышения средней температуры за исследуемый период колеблются от 0,92 до 0,68 °С. Наиболее интенсивным потепление было в северных районах Томской области и на юго-востоке, наименее – в западных районах. Субмеридионально ориентированная зона, тяготеющая к Оби и ее крупным притокам, характеризуется относительно высокими значениями повышения средней температуры (до 0,85 °С). Кроме этого, на территории Томской области существенно переместились даты начала

и конца всех сезонов на более поздние сроки, за исключением весны. Так, зима стала короче в среднем на 10 дней в пользу увеличения весеннего периода.

Анализ временной изменчивости количества осадков показал, что в целом в регионе основной тенденцией является увеличение количества осадков. Тенденция роста сумм осадков наблюдается в центральных и южных районах области. Следует отметить, что для большинства этих территорий в последнее время отмечаются зональные активизации опасных экзогенных процессов: береговая, овражная эрозии, оползни и т. д. Другим важным результатом анализа изменчивости количества осадков является выявление факта снижения этого показателя для западных и северных районов Томской области.

Указанные тенденции создают предпосылки для развития опасных природных процессов. Так, при наблюдаемой тенденции повышения температуры воздуха возможно увеличение как суммарного, так и подземного стока рек за счет роста интенсивности таяния снежного покрова и связанного с этим изменением соотношения составляющих водного баланса. С учетом данного процесса в большинстве случаев прогнозируется размыв берегов, затопление и подтопление речных долин и прилегающих территорий [1]. Методика оценки уязвимости включает 4 этапа. На первом этапе из комплекса природных факторов отбираются те, которые могут быть опасными для жизнедеятельности. Сформированная база данных по опасным метеорологическим и гидрологическим явлениям Томской области позволила провести классификацию основных опасностей природного характера. Основной вклад в природно-климатическую напряженность вносят ливневые осадки (30,4 %), гидрологические явления (27,5 %) и лесные пожары, обусловленные природными факторами (25,5 %). Это объясняется, прежде всего, тем, что регион большей частью находится в лесоболотной зоне, где выпадение осадков значительно превышает испарение. Наличие больших лесных массивов на данной территории усугубляет пожароопасность. Такая ситуация характерна как в целом для области, так и для отдельных ее районов. По частоте проявления опасных природно-климатических событий область характеризуется как территория с умеренной опасностью – в различных районах области происходит от 110 до 165 опасных явлений в год.

Следующие этапы исследования предполагали балльную оценку степени опасности выделенных процессов, определение комплексного коэффициента напряженности, характеризующего природно-климатическую уязвимость территории в зависимости от видов опасных процессов, ранжирование территории по степени опасности и уязвимости. Чем выше уровень напряженности, тем более уязвима территория [2]. В коэффициенте напряженности увязываются несколько климатообусловленных факторов. Комплексный показатель напряженности выражается в процентах от максимально возможной напряженности и рассчитывается следующим образом:

$NC = \frac{\sum_{i=1}^7 n_i \times 100}{7}$, где n_i – коэффициент, соответствующий оценке степени опасности семи климатических факторов (таблица).

Параметры климатических факторов

Климатические и метеорологические процессы	Оцениваемый параметр	Оцениваемое воздействие
Сила ветра	Число дней в году со скоростью ветра 15 м/с и более	Угнетение биоты, опасность ветровой эрозии
Воздействие ливней	Число дней в году с ливнями	Ливневая эрозия (оврагообразование)
Резкость колебания температур на поверхности почвы	Максимальная амплитуда на поверхности почвы за апрель	Разрушение структуры почв, вымерзание культурных растений
Грозы	Максимальное количество гроз в год	Пирогенная опасность
Снеготаяние	Интенсивность снеготаяния	Ливневая эрозия (оврагообразование), плоскостной смыв, подтопление хозяйственных объектов талыми водами
Дефицит влаги	Количество дней в году с влажностью воздуха ниже 30 %	Опасность засух, угнетение биоты, пожаров
Воздействие низких температур	Количество дней в году с температурой ниже -35°C	Вымерзание культурных растений, угнетение биоты

Результирующие показатели привязывались к местоположению метеостанций. Для получения региональной оценки вариабельности того или иного показателя его значения интерполировались с использованием инструментов дополнительного модуля ArcGIS Spatial Analyst. Выполнение пространственной интерполяции проводилось без учета геоморфологических факторов, то есть результирующие данные использовались «как есть». Полученные результаты позволили выявить ряд особенностей климатических условий Томской области и дать пространственную оценку степени опасности явления и уязвимости территории.

Так, главной особенностью ветрового режима Томской области является существенная пространственная однородность случаев с сильными порывистыми ветрами (рис. 1). Если учитывать, что пороговые эрозионные значения скорости ветра для почв Томской области составляют от 5 до 12 м/с, а наибольшая повторяемость случаев с эрозионно-опасными ветрами приходится на весну и осень, то степень опасности ветровой эрозии почти на всей территории Томской области характеризуется как повышенная. Следует так-

же отметить, что весеннее увеличение количества случаев с бурными ветрами, вызывающее иссушение поверхностного слоя почвы, отрицательно сказывается и на растительности. Интенсивное высушивание опада хвои, листьев, травы, как и ветровалы и буреломы, способствующие распространению огня при низовых пожарах, резко повышают пирогенную опасность. Это является одной из причин большого количества пожаров на территории в весенние месяцы.



Рис. 1. Оценка уровня опасности ветрового режима:
1 – слабый; 2 – средний; 3 – высокий

Существенным является фактор грозовой активности, когда увеличивается пирогенная опасность (32,4 % от совокупного количества исследуемых опасностей). Особенно уязвим в этом отношении юг области, где проживает большая часть населения и хорошо развито сельское хозяйство (рис. 2).

Ливневая деятельность (30,5 %) оказывает большое влияние на развитие процессов эрозии, оползания, на формирование промоин и поверхностного стока. Если до 1976 г. в Томской области выделяли один очаг интенсивной ливневой деятельности – с максимумом в районе села Бакчар, то в настоящее время такие очаги появились на севере и на юге области. Также увеличилось общее количество дней с ливнями; в разных районах этот показатель колеблется от 26 до 50 %.

В настоящий период наблюдается увеличение снежного покрова в среднем на 5 мм, а запасов воды в снеге – на 40–55 мм; в то же время на 10–15 дней уменьшился период от начала снеготаяния до окончательного его схода. Поскольку опасность стока талых вод возникает при интенсивном снеготаянии

и большом запасе воды в снеге, то это создает условия для интенсивного развития процессов оврагообразования, плоскостного смыва, активизации гидрологических процессов (рис. 3).

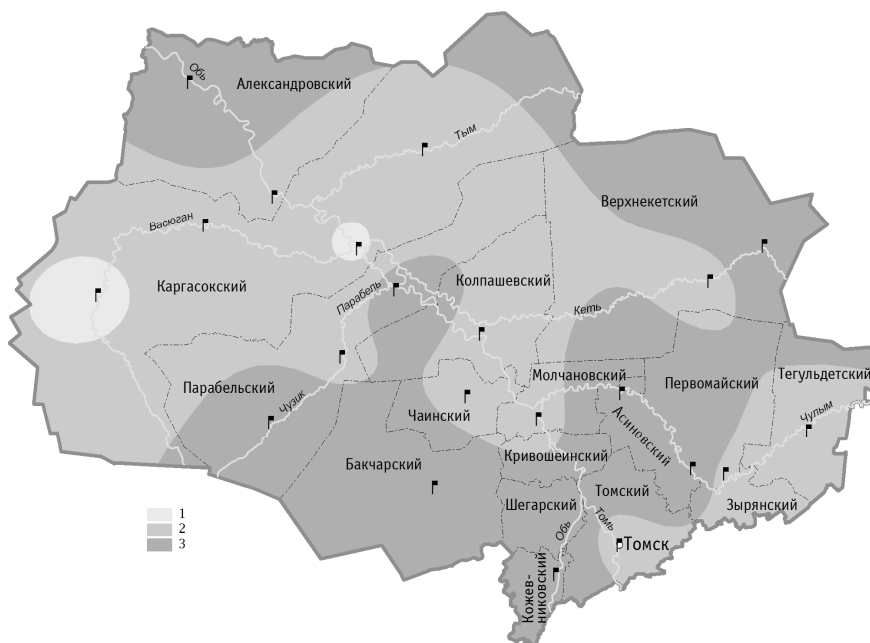


Рис. 2. Оценка уровня опасности грозовой активности:
1 – слабый; 2 – средний; 3 – высокий



Рис. 3. Оценка уровня опасности стока талых вод:
1 – слабый; 2 – средний; 3 – высокий

Таким образом, пространственный анализ позволил охарактеризовать область как территорию с высоким уровнем уязвимости. Установлено, что к районам с высоким показателем уязвимости относятся не только север Томской области, но и юго-западная часть области. На севере основные опасности обусловлены температурным фоном. На юге основными лимитирующими факторами являются дефицит осадков в различные периоды вегетации, интенсивность снеготаяния, вызывающая ливневую эрозию, подтопление хозяйственных объектов талыми водами. Обращает на себя внимание довольно низкое значение коэффициента напряженности в центральной части области. Можно предположить, что такое относительное «смягчение» является результатом совокупного влияния на данную территорию крупных рек области (Обь, Кеть, Чулым), оказывающих «отепляющий» эффект, в том числе отсутствие резких колебаний температур в вегетационный период и меньшую опасность ветровой эрозии. Проведенные исследования позволили уточнить общие оценки вариативности климатических условий для Томской области и на фактическом материале с использованием ArcGIS проранжировать территорию области. Покомпонентный анализ выявил наиболее значимые природно-климатические факторы в формировании опасных ситуаций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экзогенные геологические процессы на территории Томской области в 2002 г.: Инф. бюллетень. – Вып. 8. – Томск: Территориальный центр «Томскгеомониторинг», 2003. – 103 с.
2. Невидимова О.Г., Мельник М.А., Волкова Е.С. Анализ природно-климатических опасностей на территории Томской области для оценки рисков природопользования // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 2. – С. 71–77.

Получено 20.10.2011

© О.Г. Невидимова, Е.П. Янкович, 2011

УДК 528.8

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Андрей Геннадьевич Шарикалов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант СГГА, тел. (383)361-08-86, e-mail: sharikalov.andrey@gmail.com

Михаил Владимирович Якутин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент СГГА, Институт почвоведения и агрохимии, старший научный сотрудник, 630099, Россия, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, тел. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru

С использованием дистанционных методов зондирования Земли построены ландшафтно-экологические карты 25 месторождений и 20 особоохраняемых природных территорий в подзоне северной тайги Западной Сибири. На основании построенных карт проведен сравнительный геоэкологический анализ состояния экосистем.

Ключевые слова: экосистема, геоэкологический анализ, дистанционные методы зондирования, ландшафтно-экологические карты.

GEOECOLOGICAL ANALYSIS OF ANTHROPOLOGICAL ECOSYSTEM STATUS (CONDITIONS)

Andrey G. Sharikalov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., a post-graduate student, tel. (383)361-08-86, e-mail: sharikalov.andrey@gmail.com

Mikhail V. Yakutin

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Assoc. Prof SSGA, Institute of Soil Science and Agrochemistry (ISSA), chief scientific associate, 630099, Russia, Novosibirsk, Sovetskaya St., 18, tel. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru

Landscape-ecological maps of the 25 oil-fields and the 20 natural reservations are constructed. The comparative geoecological analysis of an ecosystems status is conducted with help of the constructed maps.

Key words: ecosystem, geoecological analysis, remote-sensing methods, landcover ecological maps, anthropological influence, oil extraction.

Нефтедобывающая промышленность в таежной зоне Западной Сибири является основным агентом воздействия на природные экосистемы. Городская промышленность, коммунальное хозяйство и дорожно-транспортная сеть развиты, как правило, настолько, насколько развита нефтедобыча. Разработка нефтегазовых месторождений началась в Западной Сибири в 1963–1964 гг. Темпы добычи постоянно нарастали, и расширялись площади отчужденных и загрязненных земель.

В настоящее время значительная часть нефтяных запасов крупнейших месторождений выработана на 60–70 %. Идет постепенное сокращение объемов добычи нефти и газа в Западной Сибири. Но площадь нарушенных территорий

продолжает увеличиваться за счет освоения новых месторождений, развития и реконструкции старых, разработка которых не достигла плановых величин [1].

Цель настоящей работы состояла в анализе особенностей антропогенного воздействия, связанного с нефтегазодобычей, на экосистемы северной тайги Западной Сибири. В качестве объектов исследования в подзоне северной тайги в границах Тюменской области были выбраны территории 25 месторождений углеводородного сырья. Для сравнения, в качестве территории, незатронутой хозяйственной деятельностью человека, рассмотрены 20 участков в границах особоохраняемых природных территорий (ООПТ) [2, 3, 4]. Исследованные месторождения открыты с 1965 (Губкинское – 28) по 1991 г. (Малоперевальное – 16) и имеют различный характер использования (нефтяные, нефте-газовые, нефте-газоконденсатные, газоконденсатные, газовые). Площади изученных месторождений варьируют от 2 891 (Тапское – 8) до 73 745 км² (Суторминское – 24). Исследованные ООПТ открыты с 1976 (Собты-Юганский – 5) по 2005 г. (Верхнеполуйский – 11) и являются биологическими, зоологическими или комплексными заказниками и природными парками. Площади их варьируют от 205 км² (Тыдда-Оттинский – 16) до 22 327 км² (Сынско-Войкарский). Эти территории использовались как «нуль отсчет» или «антропогенный фон». Схема расположения и номера территорий месторождений и ООПТ приведены на рис. 1.

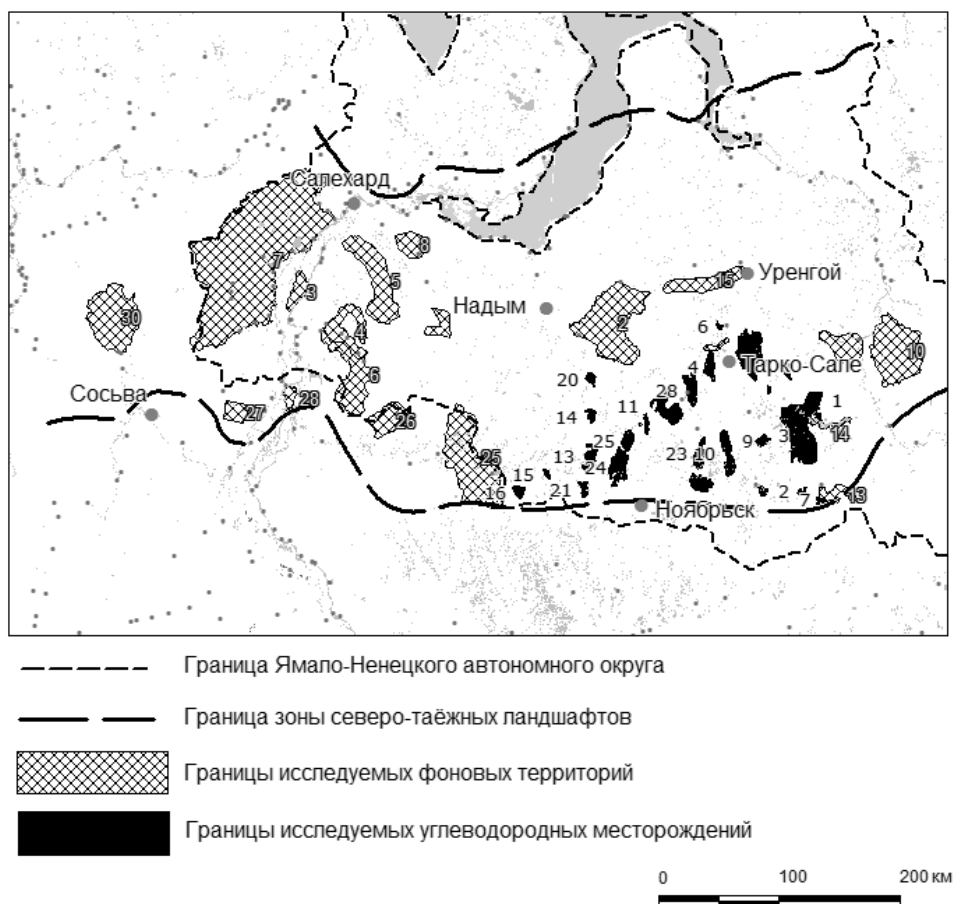


Рис. 1. Схема расположения изученных объектов

Исследования проводились по многоспектральным данным дистанционного зондирования Земли, полученным со спутника Landsat 7 (съемка 1999–2003 гг.). Для автоматизации обработки космических снимков использовался программный комплекс ИТ VIS Eni 4.5. С помощью программного алгоритма Gram-Schmidt разрешение 30-метровых спектральных каналов снимка было увеличено с использованием 15-метрового панхроматического канала. Классификация космических снимков происходила с использованием каналов 7-4-2. На рис. 2 приведен фрагмент снимка Харампурского нефте-газоконденсатного месторождения (№ 3): а) в привычном человеческому глазу спектре (комбинация каналов 3-2-1); б) с использованием данных от сенсоров в среднем и ближнем инфракрасных диапазонах (комбинация 7-4-2); в) данные, полученные в результате анализа космического снимка посредством классификации данных с обучением (supervised classification).

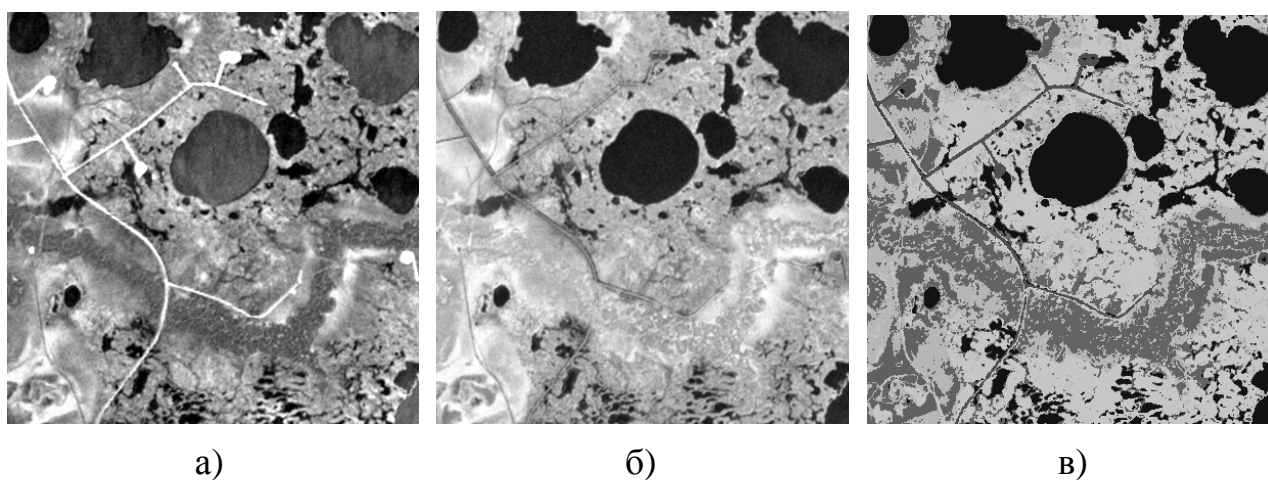


Рис. 2. Фрагмент космического снимка со спутника Landsat ETM+ и графическое представление результата его анализа

По результатам работы были составлены ландшафтно-экологические карты месторождений и ООПТ, с помощью которых стало возможно определить площади основных классов экосистем на изученных территориях. Для каждого класса экосистем определялся процент от общей площади территории месторождения (табл. 1) или ООПТ (табл. 2). Затем полученные выборки анализировались с использованием методов вариационного и дисперсионного анализов [5]. Несмотря на то, что изученные участки имеют неодинаковую общую площадь, стало возможным оценить на большом массиве данных некоторые тенденции в изменении доли различных экосистем, происходящих в процессе освоения территории и нефтедобычи.

В процессе освоения территории до 3,6 % площади месторождения занимают объектами промышленности и транспорта и до 2,2 % территории – в той или иной степени нарушенными экосистемами (средние значения 2,0 %

и 1,0 %, соответственно). Это чаще всего территории, лишенные растительности. Предположительно, важный вклад в этот процесс вносит критический износ оборудования и, как следствие, периодические масштабные разливы нефти [1].

Таблица 1

Соотношение площадей выделов на территориях исследуемых месторождений (процент от общей площади)

Номер участка	Леса смешанные	Леса хвойные	Болота и тундра	Водные объекты	Нарушенные земли	Объекты промышленности и транспорта
1	20,32	26,37	22,12	28,56	1,07	1,56
2	19,12	28,77	20,4	29,4	0,17	2,14
3	17,76	25,54	20,84	33,21	0,91	1,74
4	12,14	26,53	24,12	36,21	0,03	0,97
6	26,7	22,16	21,43	28,43	0,31	0,97
7	14,95	24,32	26,98	29,93	1,3	2,52
8	18,5	29,31	27,41	21,75	1,09	1,94
9	25,49	21,86	21,93	27,36	1,76	1,6
10	23,11	26,34	20,28	26,76	1,19	2,32
11	21,21	24,15	21,52	27,29	2,19	3,64
13	23,92	27,14	23,2	22,42	1,19	2,13
14	19,83	26,41	23,22	27,47	0,31	2,76
15	17,85	28,32	19,01	31,21	0,71	2,9
16	21,42	27,93	20,84	28,4	1,09	0,32
17	29,4	28,63	19,56	18,43	1,26	2,72
18	20,34	23,16	26,41	27,76	0,23	2,1
19	35,23	11,41	22,32	28,04	1,43	1,57
20	21,41	23,16	20,14	32,12	1,26	1,91
21	20,41	29,48	20,32	27,28	0,57	1,94
22	13,81	29,76	20,1	34,72	1,24	0,37
23	28,54	16,41	23,74	29,55	0,72	1,04
24	26,15	18,42	21,69	30,12	1,3	2,32
25	29,6	30,85	21,89	12,85	1,74	3,07
27	19,2	23,15	23,09	32,14	0,33	2,09
28	26,21	19,28	19,45	30,41	1,41	3,24
Среднее	22,1±1,1	24,8±0,9	22,1±0,5	28,1±1,0	1,0±0,1	2,0±0,2

Таблица 2

Соотношение площадей выделов
на особоохраняемых природных территориях (процент от общей площади)

Номер участка	Леса смешанные	Леса хвойные	Болота и тундра	Водные объекты	Нарушенные земли
2	19,42	29,19	29,46	21,93	0
3	21,51	31,42	26,13	20,94	0
4	20,19	27,65	27,93	24,18	0,05
5	24,39	39,41	21,83	14,37	0
6	23,21	32,94	26,14	17,71	0
7	23,87	31,14	16,98	27,33	0,68
8	10,8	28,21	23,49	37,42	0,08
9	21,5	32,14	22,14	24,22	0
10	12,4	37,62	28,76	21,11	0,11
11	22,46	29,98	25,85	21,52	0,19
13	18,46	31,27	22,72	27,55	0
14	19,4	26,5	19,92	34,18	0
15	19,62	29,21	22,19	28,98	0
16	21,12	27,32	19,48	32,08	0
17	22,97	28,63	22,12	26,28	0
25	17,41	27,64	28,14	26,81	0
26	19,32	30,06	19,65	30,97	0
27	21,47	27,16	24,61	26,76	0
28	26,53	31,42	27,32	14,73	0
30	20,14	29,16	24,35	26,18	0,17
Среднее	20,3±0,8	30,4±0,7	24,0±0,8	25,3±1,3	0,06±0,04

В среднем 28 % территории месторождений занимают водные объекты (коэффициент вариации 18 %) и 22 % – болота и тундры (коэффициент вариации 10 %). По сравнению с ООПТ, достоверного изменения доли площадей этих экосистем в общей площади не происходит. Смешанные леса занимают на территориях месторождений от 12 до 35 % (в среднем 22 %), а на ООПТ – от 11 до 27 % (в среднем 20 %). Различия между выборками по данному показателю оказались также недостоверными. Хвойные леса, являющиеся наиболее ценными и подлежащими охране, размещены на ООПТ на площади, составляющей от 27 до 39 % (в среднем 30 % площади). На территориях месторождений леса занимают от 11 до 31 % площади (в среднем – 25 %), что достоверно ниже, чем на ООПТ.

Таким образом, уже на данном этапе выполнения работы можно сделать вывод об общем достоверном снижении доли хвойных лесов на территориях месторождений разного возраста, в то время как достоверного снижения площадей остальных выделенных классов экосистем зафиксировать не удалось. Очевидно, требуется активизация природоохранной деятельности для сохранения и восстановления наиболее ценных хвойных лесов на территориях месторождений.

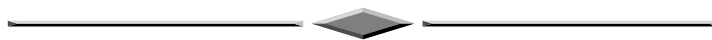
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы. – Новосибирск: Наука, 1998. – 136 с.
2. Администрация Ямало-Ненецкого автономного округа [Электронный ресурс] / отдел «Экономика». «Лесной план ЯНАО (проект)». – Салехард, 2010. – Режим доступа: <http://adm.yanao.ru/>
3. Схема территориального планирования Ямало-Ненецкого автономного округа [утверждена постановлением Администрации Ямало-Ненецкого автономного округа от 18.06.2009 № 343-А] // Администрация Ямало-Ненецкого автономного округа [Электронный ресурс] / отдел «Экономика». «Территориальное планирование ЯНАО». – Салехард, 2009. – Режим доступа: <http://adm.yanao.ru/>
4. Карта недропользования. Ямало-Ненецкий автономный округ (для служебного пользования) [Карта] / сост. и подгот. к печати ОАО «Сибирский научно-аналитический центр». – 1 : 750 000, 7.5 км в 1 см; проекция равноуг. поперечн.-цилиндрич. Гаусса. – Тюмень: Сибнац, 2006.
5. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
6. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.

Получено 08.10.2011

© А.Г. Шарикалов, М.В. Якутин, 2011

ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



УДК 513.7

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ ВЕЛИЧИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАТИСТИКИ НЕГАУССОВЫХ ФУНКЦИЙ

Мария Николаевна Кистерева

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант СГГА, тел. 8923-246-06-44, e-mail: mary.kistereva@mail.ru

Олег Кузьмич Ушаков

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры наносистем и оптотехники, директор Института оптики и оптических технологий, тел. (383)344-40-58

Василий Михайлович Тымкул

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры наносистем и оптотехники, тел. (383)344-29-29

В работе рассмотрены методика и результаты оптико-электронных измерений линейных величин с использованием статистического анализа функций распределения исследуемых величин. На основе экспериментальных измерений получена функция распределения линейной величины.

Ключевые слова: измерения, гистограмма, функция распределения измеренной величины, электронный тахеометр, логарифмически-нормальный закон распределения.

ANALYSIS OF RESULTS OF OPTICAL-ELECTRONIC MEASUREMENT OF LINEAR SIZES OF THE USE OF STATISTICS NON-GAUSSIAN FUNCTIONS

Mariya N. Kistereva

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk 630108, Russian Federation, a post-graduate student of SSGA, tel. 8923-246-06-44, e-mail: mary.kistereva@mail.ru

Oleg K. Ushakov

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk 630108, Russian Federation, Ph.D., Prof., department of nanosystems and optotechnics, director of the Institute of Optics and Optical Technologies, tel. (383)344-40-58

Vasily M. Tymkul

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk 630108, Russian Federation, Ph.D., Prof., department of nanosystems and optotechnics, tel. (383)344-29-29

In article considered the methodology and results of electro-optical measurement of linear variables using statistical analysis of the distribution functions of the studied variables. Based on experimental measurements obtained by the distribution function of the linear size, which is under the log-normal distribution.

Key word: measurement, the histogram of distribution function of the measured values, the electronic tacheometer, the log-normal distribution.

В работе [1], выполненной авторами настоящей статьи с использованием работ [2, 3], отмечается, что в практике анализа результатов линейных и угловых измерений очень часто имеет место отличие статистики измеряемых величин от нормального распределения Гаусса.

В этой же работе [1] приводится методика оптико-электронных измерений с использованием негауссовых функций распределения.

Методика заключается в следующем. Задача решается применительно к измерениям дальности l лазерными дальномерами. Суть исследования состоит в следующем:

1. Проводятся измерения N значений дальности:

$$l_1, l_2, l_3, \dots, l_{N-1}, l_N.$$

При измерениях дальности регистрируются метеорологическая дальность видимости S_m в атмосфере, абсолютная влажность α , скорость ветра, давление P и температура T .

2. По полученным данным для l находят среднее арифметическое значение \bar{l} :

$$\bar{l} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N l_i. \quad (1)$$

3. Находится арифметическое отклонение Δl_i результатов от среднего:

$$\Delta l_i = l_i - \bar{l}. \quad (2)$$

4. Экспериментальное значение функции распределения измеренных величин находится на основе гистограммы значений $n(\Delta l_i)$ по формуле:

$$P(l) = \lim_{\Delta l_i \rightarrow 0} \frac{n(\Delta l_i)}{N}, \quad (3)$$

где $n(\Delta l_i)$ – число значений измеренной дальности, которые уложились в интервал $\Delta l_i = l_i - l_{i-1}$.

Следует отметить, что полученная функция $P(l)$ – экспериментальная измеренная функция распределения значений дальности. При этом, так как суммарная погрешность лазерного дальномера или в целом произвольной оптико-электронной системы измерительного типа содержит как систематическую (инструментальную), так и случайную составляющую, то, на наш взгляд, даже при очень большом числе измерений функция распределения $P(l)$ должна иметь ассиметричный характер, то есть отличаться от функции распределения Гаусса.

5. На основе полученной функции распределения $P(l)$ оценивается математическое ожидание $M(l)$ и дисперсия $D(l)$ измеренных значений дальности:

$$M(l) = \int_{l_{min}}^{l_{max}} l \cdot P(l) dl ; \quad (4)$$

$$D(l) = \int_{l_{min}}^{l_{max}} [l - M(l)]^2 \cdot P(l) dl , \quad (5)$$

где l_{min} и l_{max} – минимальное и максимальное значения измеренной дальности.

6. Оценка результата измерений дальности проводится по формуле:

$$l_{изм} = M(l) \pm \sqrt{D(l)} , \quad (6)$$

где $\sigma = \sqrt{D(l)}$ – среднеквадратическое отклонение (СКО) измеренных значений дальности от его математического ожидания.

7. Для теоретического анализа влияния параметров оптико-электронной схемы дальномера, оптических и метеорологических свойств атмосферы, в том числе структурной постоянной C_n показателя преломления атмосферы [3] в работе [1] приводится формула для расчета дальности лазерного дальномера с тетраэдрическим отражателем.

В геодезической метрологии практически весь комплекс работ по созданию новых и исследованию существующих приборов геодезических измерений выполняется в лабораторных условиях, в то время как геодезические задачи решаются в условиях реальной атмосферы [4].

Приземный слой атмосферы, где выполняется большая часть геодезических измерений, отличается наибольшей изменчивостью и непредсказуемостью. Влияние атмосферы является одним из факторов, ограничивающих точность приборов для угловых и линейных измерений [5]. Это говорит о необходимости разработки методики учета влияния свойств атмосферы на результаты геодези-

ческих измерений, их обработки и исследования функции распределения измеренных значений дальности.

Для решения поставленных задач нами проводился ряд измерений значения дальности l с помощью аттестованного электронного тахеометра Topcon GTS–236N. Для учета влияния атмосферы исследовались такие факторы, как скорость ветра, давление, влажность, температура и метеорологическая дальность видимости в атмосфере. Для этого использовались следующие приборы: психрометр аспирационный, барометр, анемометр. Все приборы прошли метрологическую поверку.

Эксперимент проводился на аттестованном учебном полигоне ФГБОУ ВПО «СГГА». Измерения проводились для трех значений дальности l в июле 2011 г.

По полученным данным находили среднее арифметическое значение \bar{l} , арифметическое отклонение Δl_i , функцию распределения $P(l)$ измеренных значений дальности.

В качестве примера в данной работе приведены результаты исследований по измерениям дальности $l = 96 \pm \Delta k$ м, где $\Delta k = 0,1$ мм – погрешность базиса (без учета влияния внешних параметров).

Результаты обработки измерений приведены в таблице.

Таблица

Результаты обработки экспериментальных данных

Δl	Число значений	$P(l)$
-0,005	8	0,023188
-0,004	40	0,115942
-0,003	77	0,223188
-0,002	85	0,246377
-0,001	54	0,156522
0,000	48	0,13913
0,001	11	0,031884
0,002	1	0,002899
0,005	2	0,005797
0,006	4	0,011594
0,007	4	0,011594
0,040	7	0,02029
0,041	4	0,011594

Экспериментально полученная функция распределения измеренных величин дальности $P(l)$ приведена на рисунке. Здесь же приведена расчетная аппроксимация логарифмически-нормального закона статистики:

$$P(l) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-(\ln l - \overline{\ln l})^2 / 2 \cdot \sigma^2}$$

где $\sigma = 0,7$, $\overline{\ln l} = 1,1$.

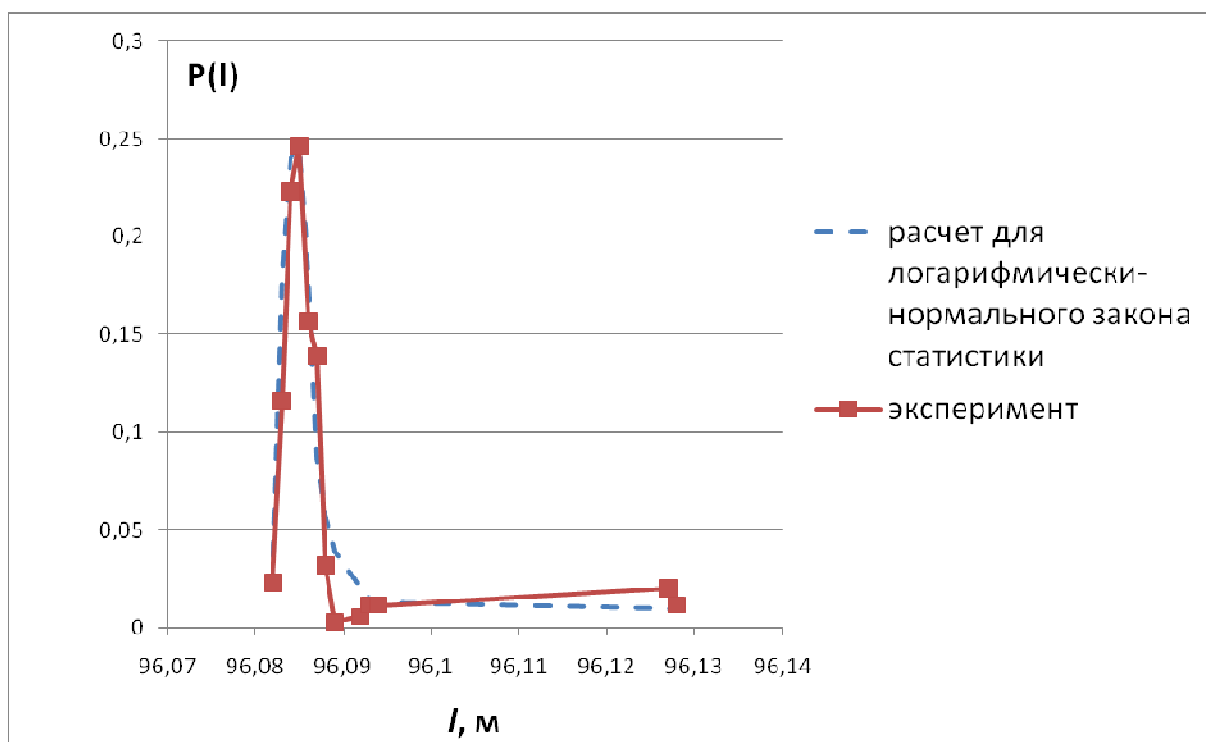


Рис. Функция распределения полученных линейных величин

Из полученного графика видно, что функция распределения $P(l)$ имеет асимметричный характер, то есть отличается от нормального распределения Гаусса, а проведенная аппроксимация показывает, что она соответствует логарифмически-нормальному закону статистики.

В дальнейшем предполагается обработка экспериментальных данных для различных дистанций, с учетом и систематизацией таких параметров атмосферы, как метеорологическая дальность видимости S_m , скорость ветра V , температура окружающего воздуха T , относительная и абсолютная влажности, а также атмосферное давление P . Особое место будет уделено анализу влияния структурной постоянной C_n показателя преломления атмосферы, которая является характеристикой ее турбулентности.

В заключение считаем целесообразным выразить благодарность руководителю геодезических практик на полигоне ФГБОУ ВПО «СГГА» В.Е. Мизину, начальнику полигона Е.А. Суходольцу, заместителю начальника полигона В.С. Никифорову и заведующему лабораториями кафедры наносистем и опто-техники В.Т. Новоевскому за содействие в организации проведения измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика анализа оптико-электронных измерений с использованием статистики не-гауссовых функций / М.Н. Кистерева, О.К. Ушаков, И.В. Лесных, В.М. Тымкул // Сб. материалов VII междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2011» Т. 5, ч. 1. – Новосибирск: СГГА, 2011. – С. 180–182.
2. Лесных Н.Б. Законы распределения случайных величин в геодезии: монография. – Новосибирск: СГГА, 2005. – 129 с.
3. Зуев, В.Е. Распространение лазерного излучения в атмосфере. – М.: Радио и связь, 1982. – 288 с.
4. Вшивкова О.В. Двухпространственное метрологическое обеспечение геодезического производства // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 1. – С. 3–6.
5. Вшивкова О.В. Учет влияния атмосферы на результаты угловых и линейных измерений, выполненных электронным тахеометром // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2006. – № 5. – С. 22–35.

Получено 28.11.2010

© М.Н. Кистерева, О.К. Ушаков, В.М. Тымкул, 2011

УДК 681.783.25

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ НЕСТАБИЛЬНОСТИ АТОМНЫХ ЧАСОВ

Виктор Мартынович Тиссен

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры метрологии, стандартизации и сертификации, тел. (983)134-86-09, e-mail: tissen@mail.ksn.ru

В данной работе приведен алгоритм формирования стохастических временных рядов с произвольными статистическими характеристиками, использующий метод Монте-Карло. Получены средняя арифметическая оценка математического ожидания и оценка с учетом взаимосвязей между соседними измерениями, показавшие целесообразность использования последней как более оптимальной.

Ключевые слова: моделирование, часы, нестабильность, рекуррентный процесс, метод Монте-Карло, вариации Алана, математическое ожидание, корреляция.

SIMULATION MODEL OF INSTABILITY OF ATOMIC CLOCK

Viktor M. Tissen

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., senior lecturer of chair of metrology, standardization and certification, tel. (983)134-86-09, e-mail: tissen@mail.ksn.ru

In this paper we present an algorithm for the formation of stochastic time series with arbitrary statistical properties, using the Monte Carlo method. Obtained in the middle of the arithmetic evaluation of the expectation and taking into account the interactions between neighboring measurements, which showed the feasibility of using the latter as a more optimal.

Key-words: modeling, clock, instability, recurrent process, Monte-Carlo method, Allan variance, mathematical expectation, correlation.

1. Актуальность темы исследований

Постоянный рост требований к точности определения и прогнозирования элементов орбит навигационных космических аппаратов (НКА) ГЛОНАСС приводит к совершенствованию технических средств и методов навигационных измерений. Из существующих в настоящее время радиотехнических методов измерения расстояния для навигационных технологий наиболее перспективными являются беззапросные. Обязательным условием их существования является наличие высокостабильных часов на измерительных станциях и НКА, шкалы которых согласованы со шкалой центрального синхронизатора космических навигационных систем (КНС). Выполнение данного условия с высокой точностью является сложной задачей, решение которой развивается в двух направлениях:

1) установка на НКА и наземных беззапросных измерительных станциях (БИС) более совершенных высокостабильных атомных часов;

2) создание и оптимизация алгоритмических методов внесения частотно-временных поправок в часы БИС и НКА, компенсирующих их уход от номинала.

Первый путь сопряжен со значительными затратами, так как предполагает создание и внедрение новых разработок в области нанотехнологий (новые поколения активных и пассивных водородных стандартов частоты, фонтанные часы).

Второй путь не требует затрат на создание дорогостоящих средств измерений, так как его развитие, прежде всего, связано с совершенствованием математических моделей нестабильности ухода квантовых часов от номинала.

2. Алгоритмы нестабильности хода атомных часов

Принято представлять уход квантовых часов путем аппроксимации в виде суммы двух составляющих [1]

$$\Delta\dot{T}_{II}(t) = s(t) + w(t), \Delta T_{II}(t_0) = \Delta T_{II0}, t \in [t_0, t_k], \quad (1)$$

связывающей уход часов БИС $\Delta T_{II}(t)$ с характеристиками долговременной $s(t)$ и кратковременной $w(t)$ нестабильности частоты генератора часов [1].

При создании имитационной модели часов необходимо разложить сложный процесс ухода часов (1) на элементарные процессы, дискретизированные во времени или в пространстве. Решение этой задачи можно осуществить с помощью метода Монте-Карло – численного метода решения математических задач, основанного на моделировании случайных величин и построении статистических оценок для искомых величин за счет большого числа испытаний. В случае моделирования нестабильности хода атомных часов с заданными поинтервальными вероятностными распределениями, необходимо выполнить преобразования одного или нескольких независимых значений случайного числа A , распределенного равномерно в интервале $(0, 1)$ [2].

Для моделирования нестабильности хода атомных часов на суточном интервале была использована суперпозиция шести случайных процессов: r_1, r_2, \dots, r_6 , – соответственно относящихся к интервалам времени $1, 10, \dots, 10^5$ секунд, сформированных с помощью стандартного программного генератора случайных чисел, согласно схеме, приведенной на рис. 1.

Для построения алгоритма хода часов используется рекуррентный процесс:

$$x_i = x_{i-1} + f_0\tau + \delta x_i, \quad (2)$$

где x_i – ход часов в момент времени t_i ;

f_0 – номинальная частота генератора;

τ – интервал дискретизации;

δx_i – случайная величина, определяющая СКО ухода часов.

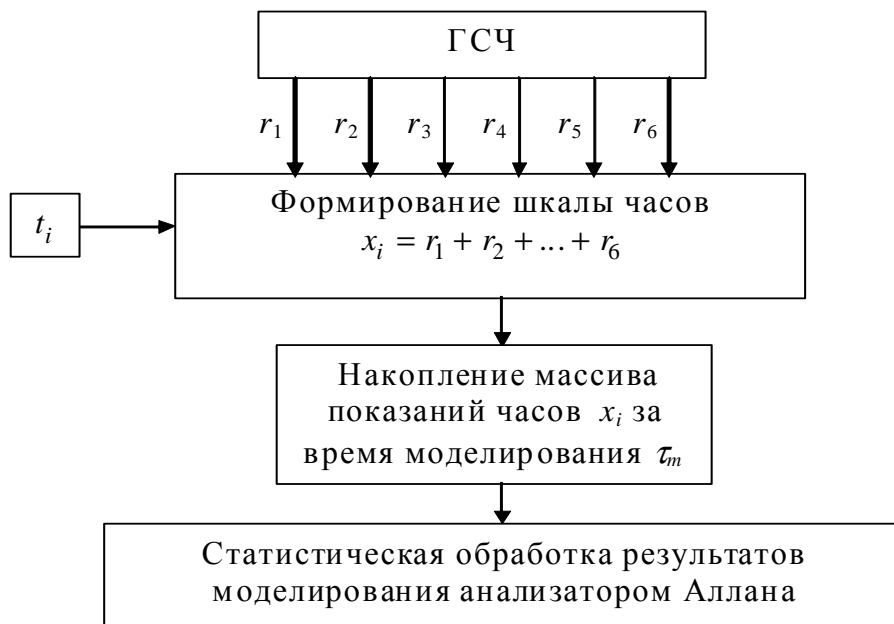


Рис. 1. Структурная схема построения имитационной модели часов

Для группы случайных процессов, порождающих общую нестабильность хода атомных часов, уравнение (2) можно записать в виде:

$$x_i = x_{i-1} + f_0\tau + \sum_{j=1}^N \delta_{x_{j,i}},$$

где $j = 1, 2, \dots, N$ – номер составляющей случайного процесса.

Величина $\delta_{x_{j,i}}$ на каждом шаге i имитации хода часов для каждой составляющей j рассчитывается по формуле:

$$\delta_{x_{j,i}} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} y_{j,i} dt, \quad (3)$$

где $y_{j,i} = \frac{f_0 - f_{j,i}(t)}{f_0}$ – относительная вариация частоты генератора для каждой составляющей процесса – имеет статистические характеристики, определяющие параметры нестабильности хода модели часов на каждом интервале времени.

С учетом (3) формула (2) примет вид:

$$x_i = x_{i-1} + f_0\tau + \int_{t_{i-1}}^{t_i} Y(t) dt, \quad (4)$$

где, в соответствии с табл. 1, функцию $Y(t)$ можно представить в виде:

$$Y(t) = \sum_{j=1}^6 y_{j,i}(t); \quad y_{j,i}(t) = u_{j,i}, \quad (5)$$

где $u_{j,i} = k_j \cdot v_{j,i}$ – массивы нормально распределенных чисел для j интервала;
 $v_{j,i}$ – нормально распределенные случайные числа с СКО = 1 и нулевым математическим ожиданием, рассчитываемые по формуле (1);

k_j – коэффициенты пропорциональности, устанавливающие связь между фактическими значениями дисперсий квантовых часов на шести интервалах времени 1, 10, 100, 1 000, 10 000, 100 000 секунд и вариациями Аллана от отдельных составляющих ряда (5).

Приведенный алгоритм позволяет имитировать на ЭВМ случайный процесс ухода шкалы атомных часов от номинала для всех возможных вероятностных распределений. В результате появляется возможность выполнить проверку на адекватность физических моделей нестабильностей атомных часов, основанных на оценках вкладов дисперсий от отдельных видов шумов задающего генератора в общую оценку дисперсии случайного процесса ухода часов [1]. В этом контексте рассматриваемую имитационную модель можно использовать в качестве программного средства метрологического контроля известных и вновь разрабатываемых физических моделей атомных часов.

3. Оптимальная оценка частоты квантового генератора

С помощью описанного программного средства формирования временных рядов с заданными характеристиками нестабильности исследуем вопрос по выбору оптимальных оценок математического ожидания (МО) частоты квантовых генераторов.

В существующей практике служб времени оценка МО частоты квантовых генераторов производится по ее среднему арифметическому значению за анализируемые интервалы времени. Такая оценка будет не оптимальной, если между соседними измерениями присутствуют корреляционные связи. При наличии таких связей для расчета оптимальной оценки МО используется формула, приведенная в [3]

$$m_X = \left(I^T R^{-1} I \right)^{-1} I^T R^{-1} X, \quad (6)$$

где m_X – оптимальная оценка МО;

I – единичный вектор с компонентами, равными 1;

I^T – единичный транспонированный вектор;

R^{-1} – обратная матрица корреляционной функции;

X – вектор, содержащий данные измерений.

В корреляционной матрице R при использовании стохастических временных рядов, полученных на ЭВМ с помощью приведенного в предыдущем пункте алгоритма, достаточно учесть взаимосвязи между 4 соседними показаниями разности частот. Тогда матрицу R можно записать в виде:

$$R_{n \times n} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ r_{12} & r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ r_{13} & r_{12} & r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ r_{14} & r_{13} & r_{12} & r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & r_{14} & r_{13} & r_{12} & r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r_{14} & r_{13} & r_{12} & r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & r_{14} & r_{13} & r_{12} & r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & r_{14} & r_{13} & r_{12} & r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & r_{14} & r_{13} & r_{12} & r_{11} & r_{12} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & r_{14} & r_{13} & r_{12} & r_{11} \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где $r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{14}$ – коэффициенты корреляции.

Элементы корреляционной матрицы (7) рассчитываются по формуле

$$r_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i x_j, \quad (8)$$

где i, j – значение часов на моменты времени от 1 до 24 часов.

Результаты расчетов приведены в графическом виде на рис. 2 и отображают поведение нормированной корреляционной функции на интервале ее исследования.

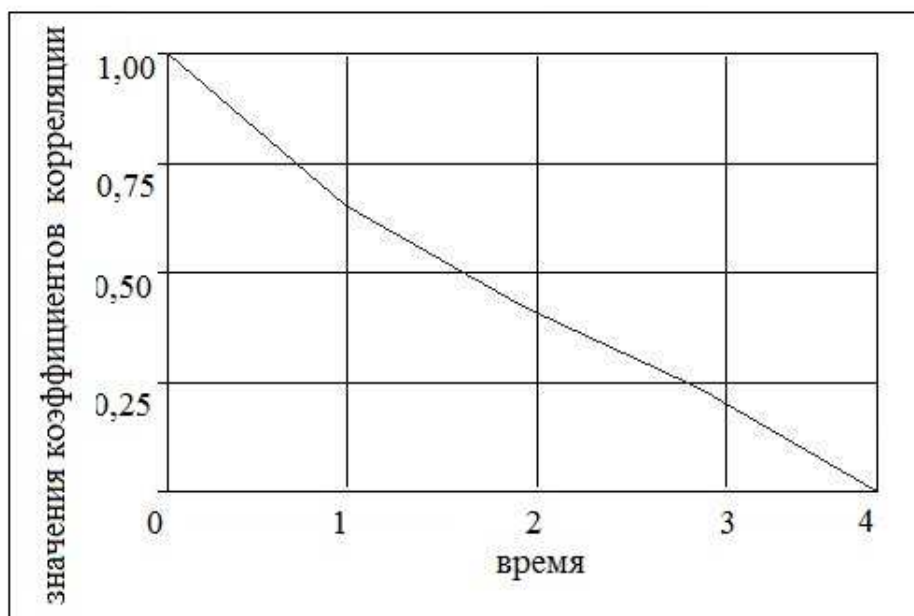


Рис. 2. График нормированной корреляционной функции

Соответствующие оценки МО, рассчитанные по среднему арифметическому и по формуле (6), приведены в таблице.

Таблица

Сравнения оценок $M(x)$, полученных двумя методами

Генерируемые временные ряды				
Оценки МО	1–2	1–3	2–3	1–4
Средняя арифметическая оценка $M(x)$	1,44E-14	8,94E-14	3,68E-13	7,58E-14
Оценка $M(x)$ с учетом корреляционных связей	1,56E-14	9,18E-14	3,87E-13	7,71E-14

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1) отмечается систематическое различие в оценках МО во всех 4 случаях (см. таблицу), что подтверждает целесообразность применения формулы (6) для расчета оптимальных оценок МО;

2) рассчитанные значения корреляционной функции показывают устойчивость корреляционных связей между 4 соседними измерениями для всех анализируемых временных рядов.

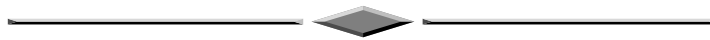
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Одуан К., Гино Б. Измерение времени. Основы GPS / Пер. с англ. Домнина Ю.С.; под ред. Татаренкова В.М. – М.: Техносфера, 2002. – 400 с.
2. Ермаков С.М. Метод статистических испытаний (Метод Монте-Карло). – М., 1962. – 244 с.
3. Виленкин С.Я. Статистическая обработка результатов исследования случайных функций. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.

Получено 06.11.2010

© В.М. Тиссен, 2011

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЯМИ



УДК 006:316:33

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО КОНТИНУУМА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ

Михаил Абрамович Креймер

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат экологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования СГГА, тел. (383)346-49-31, e-mail: maksib@ngs.ru

Предложена методика сравнительного анализа государств по показателям «пространство» и «время». Для 165 государств определена роль численности населения и площади в создании валового внутреннего продукта.

Ключевые слова: пространственно-временной континуум, валовой внутренний продукт.

ANALYSIS OF TIME-SPACE CONTINUUM IN SOCIAL-AND- ECONOMIC PHENOMENA

Mikhail A. Krejmer

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph.D., Assoc. Prof. of the department of ecology and nature management SSGA, tel. (383)346-49-31, e-mail: maksib@ngs.ru

The methods of the states comparative analysis by time and space indices are offered. The role of the state population size and area for the gross domestic product formation has been determined for 165 states.

Key words: time-space continuum, gross domestic product.

При управлении социально-экономическими процессами используется большое количество абсолютных признаков. Сами абсолютные величины зависят от площади изучаемой территории, количества проживающего на ней населения и длительности управляемых процессов. В гигиенических и медицинских явлениях они характеризуют патологическую пораженность, в социальных и экономических явлениях – социальную и экономическую активность населения, в экологических явлениях – деятельность общества в процессе техногене-

за. В анализе проводится их сопоставление между собой и нахождение пропорциональности, прямой или обратной зависимости.

Изучение закономерностей в естественных науках отличается от исследований в общественных науках, использующих идеологию мейнстрима. Все физические явления совершаются в пространстве и во времени, именуемыми континуумом, который, по Р. Пенроузу [1, с. 18], может быть отмечен в качестве пяти типов: по Аристотелю, Галилею, Ньютону, Минковскому и Эйнштейну. Это базовые положения о метрике и возможном математическом аппарате исследований, позволяющие получать выводы, адекватные территории и ее жителям. Пространственно-временной континуум, по И. Канту [2, с. 51], формируется человеком посредством внутреннего созерцания времени и внешнего созерцания пространства. Понятие и критерии пространства и времени «используются до опыта», исходя из сущности изучаемых явлений, позволяют находить фундаментальные закономерности, однако, зависят, по И. Канту, от нашего созерцания.

В социально-экономических явлениях под пространством рассматривается площадь территории государства, созданная в результате объединения народов и внешнего расширения границ. Площадь государства имеет конкретные значения в определенном интервале времени. Время, как внутренний параметр человека, может измеряться в виде численности населения общества. Индивидуальная продолжительность жизни человека в обществе суммируется и с учетом смены поколений представляет второй показатель.

Так как все эти показатели являются субъективными, то они представлены в виде одной значимой цифры и разряда степени, характеризующего социально-экономическое положение каждого государства. В анализе больших чисел можно сравнивать только разряды степеней. Цифра, стоящая впереди степени, может колебаться как в результате неточности измерений, так и политической конъюнктуры рынка. В таблице приведены: расчетная величина валового внутреннего продукта (ВВП), постоянная величина – площадь государства и переменная величина – численность населения. Показатели 165 государств характеризовались размахом степеней по площади от 10^5 до 10^{12} , по численности населения – от 10^4 до 10^9 и ВВП – от 10^8 до 10^{13} . Чаще всего встречались уровни по разрядам: для площади 9–10; для численности населения – 6–7 и для ВВП – 10.

Таблица

Основные экономические и демографические показатели по странам мира

Государство, 2003 г.	Валовой внутренний продукт, долл.	Площадь страны, м ²	Численность населения, чел.
США (7, G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{13}$	$1 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^8$
Китай (G20, БРИК)	$5 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^9$
Индия (G20, БРИК)	$3 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^9$
Япония (7, G20, ЗМ)	$3 \cdot 10^{12}$	$4 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^8$
Германия (7, G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{12}$	$4 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^7$

Россия (G20, БРИК)	$1 \cdot 10^{12}$	$2 \cdot 10^{12}$	$1 \cdot 10^8$
Бразилия (G20, БРИК)	$1 \cdot 10^{12}$	$9 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^8$
Франция (7, G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{12}$	$6 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^7$
Италия (7, G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^7$
Великобритания (7, G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{12}$	$2 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^7$
Мексика (G20)	$9 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^8$
Канада (7, G20, ЗМ)	$8 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^7$
Испания (ЗМ)	$8 \cdot 10^{11}$	$5 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^7$
Южная Корея (G20)	$7 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^7$
Индонезия (G20)	$6 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^8$
Эфиопия	$6 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{11}$	$7 \cdot 10^7$
Австралия (G20, ЗМ)	$5 \cdot 10^{11}$	$8 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^7$
ЮАР (G20, БРИК)	$5 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^7$
Турция (G20)	$4 \cdot 10^{11}$	$8 \cdot 10^{10}$	$7 \cdot 10^7$
Таиланд	$4 \cdot 10^{11}$	$5 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^7$
Аргентина (G20)	$4 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^7$
Польша (G20, ЗМ)	$4 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^7$
Иран	$4 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{11}$	$7 \cdot 10^7$
Нидерланды (G20, ЗМ)	$4 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^7$
Египет	$3 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{11}$	$7 \cdot 10^7$
Колумбия	$3 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^7$
Саудовская Аравия (G20)	$3 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^7$
Филиппины	$3 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^7$
Пакистан	$3 \cdot 10^{11}$	$8 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^8$
Алжир	$2 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^7$
Бангладеш	$2 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^8$
Украина	$2 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^7$
Швеция (G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^{10}$	$9 \cdot 10^6$
Вьетнам	$2 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^7$
Малайзия	$2 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^7$
Греция (G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Португалия (G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{11}$	$9 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^7$
Австрия (G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{11}$	$8 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^6$
Швейцария	$2 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^6$
Дания (G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^6$
Китай – Гонконг	$2 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^6$
Чили	$1 \cdot 10^{11}$	$8 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Финляндия (G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^6$
Норвегия	$1 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^6$
Румыния (G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Бельгия (G20, ЗМ)	$3 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^7$
Перу	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^7$
Чешская Республика (G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{11}$	$8 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^7$
Марокко	$1 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^7$
Венесуэла	$1 \cdot 10^{11}$	$9 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^7$

Нигерия	$1 \cdot 10^{11}$	$9 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^8$
Венгрия (G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{11}$	$9 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^7$
Израиль (ЗМ)	$1 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^6$
Ирландия (G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{11}$	$7 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$
Сингапур	$1 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^6$
Казахстан	$9 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^7$
Беларусь	$8 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Судан	$7 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{11}$	$4 \cdot 10^7$
Новая Зеландия (ЗМ)	$7 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^6$
Пуэрто-Рико	$7 \cdot 10^{10}$	$9 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^6$
Узбекистан	$6 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^7$
Сирия	$6 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Тунис	$6 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Шри-Ланка	$6 \cdot 10^{10}$	$7 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^7$
Доминиканская Республика	$6 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^9$	$9 \cdot 10^6$
Словакия (G20, ЗМ)	$6 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^6$
Гватемала	$5 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Болгария (G20, ЗМ)	$5 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^6$
Кувейт	$5 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^6$
Конго (Демократическая Республ.)	$4 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^7$
Эквадор	$4 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Уганда	$4 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^7$
Гана	$4 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Хорватия	$4 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$
Коста-Рика	$4 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$
Кения	$3 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^7$
Зимбабве	$3 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Парагвай	$3 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^6$
Уругвай	$3 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^6$
Оман	$3 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^6$
Непал	$3 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^7$
Литва (G20, ЗМ)	$3 \cdot 10^{10}$	$7 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$
Словения (G20, ЗМ)	$3 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^6$
Сальвадор	$3 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^6$
Ангола	$2 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^7$
Боливия	$2 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{11}$	$9 \cdot 10^6$
Танзания	$2 \cdot 10^{10}$	$9 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^7$
Мозамбик	$2 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Кот-д'Ивуар (Берег Слоновой Кости)	$2 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Камерун	$2 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Туркменистан	$2 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^6$
Камбоджа	$2 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Сенегал	$2 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$

Гвинея	$2 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$9 \cdot 10^6$
Гондурас	$2 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{10}$	$7 \cdot 10^6$
Азербайджан	$2 \cdot 10^{10}$	$9 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^6$
Иордания	$2 \cdot 10^{10}$	$9 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^6$
Панама	$2 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^6$
Латвия (G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^6$
Босния и Герцеговина	$2 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$
Ливан	$2 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$
Кипр (G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{10}$	$9 \cdot 10^8$	$9 \cdot 10^5$
Люксембург G20, ЗМ)	$2 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^5$
Нигер	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^7$
Чад	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{11}$	$9 \cdot 10^6$
Намибия	$1 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^6$
Ботсвана	$1 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^6$
Мадагаскар	$1 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Йемен	$1 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^7$
Папуа-Новая Гвинея	$1 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^6$
Буркина-Фасо	$1 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Киргизия	$1 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^6$
Грузия	$1 \cdot 10^{10}$	$7 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^6$
Эстония (G20, ЗМ)	$1 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^6$
Руанда	$1 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^6$
Гаити	$1 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^6$
Молдова	$1 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^6$
Албания	$1 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^6$
Македония	$1 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^6$
Тринидад и Тобаго	$1 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^6$
Маврикий	$1 \cdot 10^{10}$	$2 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^6$
Бахрейн	$1 \cdot 10^{10}$	$7 \cdot 10^7$	$7 \cdot 10^5$
Мали	$9 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{11}$	$1 \cdot 10^7$
Исландия	$9 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^5$
Лаос	$9 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^{10}$	$6 \cdot 10^6$
Того	$9 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^6$
Армения	$9 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^6$
Ямайка	$9 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^6$
Китай – Макао	$9 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$
Замбия	$8 \cdot 10^9$	$8 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Таджикистан	$8 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{10}$	$7 \cdot 10^6$
Малави	$7 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^7$
Бенин	$7 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{10}$	$7 \cdot 10^6$
Габон	$7 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^6$
Мавритания	$6 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^6$
Полинезия франц.	$6 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^5$
Центрально-Африканская Республика	$5 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^6$

Эритрея	$5 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^6$
Лесото	$5 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^6$
Свазиленд	$5 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^6$
Новая Каледония	$5 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^5$
Багамские острова	$5 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^5$
Барбадос	$5 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^5$
Мальта (G20, ЗМ)	$5 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^5$
Бурунди	$4 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^6$
Монголия	$4 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^6$
Гайана	$3 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^{10}$	$8 \cdot 10^5$
Конго	$3 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^{10}$	$4 \cdot 10^6$
Сьерра-Леоне	$3 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^6$
Гамбия	$3 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^6$
Капе Ведре (острова Зеленого Мыса)	$3 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^5$
Фиджи	$4 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^9$	$9 \cdot 10^5$
Джибути	$2 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^5$
Белиз	$2 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^5$
Соломоновы острова	$1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^5$
Гвинея-Бисау	$1 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^6$
Западное Самоа	$1 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^5$
Коморские острова	$1 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^8$	$6 \cdot 10^5$
Сент-Люсия	$1 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^5$
Антигуа и Барбуда	$1 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^5$
Вануату	$6 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^9$	$2 \cdot 10^5$
Гренада	$6 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^5$
Доминика	$5 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^5$
Сент-Винсент и Гренадины	$5 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^5$
Сент-Кристофер и Невис	$5 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^4$
Монако (ЗМ)			$3 \cdot 10^4$
Андорра (ЗМ)			$8 \cdot 10^4$
Ватикан (ЗМ)			$9 \cdot 10^2$

Примечание.

Исходные данные для расчета: электронная версия бюллетеня «Население и общество» Института демографии Государственного университета «Высшей школы экономики» от 18 июня – 1 июля 2007 (www.demoscope.ru).

7 – страны-лидеры западного мира, отличающиеся наибольшими масштабами экономической и политической деятельности.

G20 – индустриальные страны, представляющие 90 % мирового валового национального продукта, 80 % мировой торговли (включая торговлю внутри ЕС) и две третьих населения мира.

БРИК – наиболее быстро развивающиеся крупные страны.

ЗМ – золотой миллиард, население развитых стран с достаточно высоким уровнем жизни в условиях ограниченности ресурсов.

Если платформой для эффективного роста ВВП считать численность населения и площадь государства, то сравнение разрядов этих показателей позволяет сделать следующие выводы. В США на 1 метр квадратный приходится 10 долларов, а на 1 жителя – 100 000 долларов. В России эти пропорции составляют 1 доллар на 1 метр квадратный и 10 000 долларов на человека. Поэтому сопоставление ВВП с численностью населения будет свидетельствовать об эффективности производительной силы труда, а ВВП с площадью – об эффективности освоения территории.

Вклад площади государства в рост ВВП

Наилучшее продвижение ВВП (10^{11}) относительно занимаемой площади (10^7) у Сингапура. Экономика Гонконга, Макао (Китай) и Бахрейна с 6–8 разряда по площади и с 4–6 по численности обеспечила подъем до 9–11 разряда по ВВП, т. е. на три-четыре порядка. Эти страны не входят в число развитых 7 стран, G20, БРИК и ЗМ. Следующие государства относительно своей площади поднялись на два разряда по величине ВВП: Германия, Великобритания, Франция, Италия (10^{12}), Швейцария, Австрия, Дания, Израиль, Ирландия, Люксембург, Кипр, Япония, Нидерланды, Бельгия, Португалия, Чешская Республика, Венгрия (10^{11}), Пуэрто-Рико, Маврикий, Тринидад и Тобаго, Мальта, Барбадос, Сент-Люсия, Антигуа и Барбуда (10^{10}).

На один разряд относительно своей площади поднялись следующие государства по величине ВВП: США (10^{13}), Индия, Бразилия (10^{12}), Испания, Корея Южная, Турция, Таиланд, Польша, Филиппины, Пакистан, Швеция, Украина, Малайзия, Греция, Вьетнам, Бангладеш, Норвегия, Финляндия, Венесуэла, Чили, Румыния, Марокко, Нигерия (10^{11}), Словакия, Доминиканская Республика, Шри-Ланка, Кувейт, Коста-Рика, Хорватия, Словения, Сальвадор, Литва, Босния и Герцеговина, Азербайджан, Иордания, Ливан, Латвия, Панама, Гаити, Эстония, Македония, Грузия, Албания, Руанда, Молдова (10^{10}).

Для приведенных ниже государств разряды площади и ВВП совпадают, что свидетельствует о низкой роли экономики, которая формируется за счет природно-ресурсного фактора: Китай и Россия при величине ВВП, равной 10^{12} , Мексика, Индонезия, Австралия, ЮАР, Аргентина, Иран, Саудовская Аравия, Колумбия, Египет, Алжир, Перу (10^{11}), Белоруссия, Новая Зеландия, Узбекистан, Тунис, Сирия, Болгария, Гватемала, Гана, Эквадор, Уганда, Парагвай, Уругвай, Оман, Непал, Кения, Зимбабве, Туркменистан, Гондурас, Гвинея, Камерун, Кот-д'Ивуар (Берег Слоновой Кости), Камбоджа, Танзания, Мозамбик, Сенегал, Намибия, Папуа-Новая Гвинея, Киргизия, Ботсвана, Буркина-Фасо, Йемен, Мадагаскар (10^{10}).

Имеется ряд государств, где ВВП по разряду на порядок меньше площади страны. К таким государствам относятся: Канада (10^{11}), Казахстан, Судан, Эфиопия, Конго (Дем. Респ.), Боливия, Ангола, Чад, Нигер (10^{10}). У Мавритании, Монголии и Мали ВВП (10^9) на два порядка ниже площади страны.

Вклад численности населения в рост ВВП

Наибольшую роль человеческий фактор играл в следующих странах: США при ВВП 10^{13} , Германия, Франция, Великобритания (10^{12}), Швеция, Австрия, Швейцария, Китай – Гонконг, Израиль, Дания, Финляндия, Норвегия, Сингапур, Ирландия (10^{11}), Кипр, Бахрейн, Люксембург (10^{10}).

Больше всего государств характеризовалось тем, что ВВП по разряду в 4 раза больше, чем значение разряда численности населения. К ним, с учетом ВВП, относятся: Бразилия, Россия, Япония (10^{12}), Филиппины, Вьетнам, Египет, Турция, Иран, Таиланд, Корея Южная, Украина, Колумбия, ЮАР, Испания, Польша, Аргентина, Алжир, Канада, Марокко, Перу, Венесуэла, Малайзия, Саудовская Аравия, Румыния, Австралия, Нидерланды, Чили, Греция, Бельгия, Португалия, Чешская Республика, Венгрия (10^{11}), Чад, Гвинея, Доминиканская Республика, Боливия, Руанда, Азербайджан, Гаити, Болгария, Гондурас, Сальвадор, Парагвай, Туркменистан, Иордания, Папуа-Новая Гвинея, Словакия, Киргизия, Грузия, Хорватия, Молдова, Коста-Рика, Ливан, Новая Зеландия, Пуэрто-Рико, Босния и Герцеговина, Литва, Уругвай, Албания, Панама, Оман, Кувейт, Латвия, Македония, Словения, Намибия, Ботсвана, Эстония, Тринидад и Тобаго, Маврикий (10^{10}).

ВВП по разряду в 3 раза больше, чем величина разряда численности населения, была в следующих странах: Китай и Индия (10^{12}), Индонезия, Пакистан, Бангладеш, Нигерия, Мексика (10^{11}), Эфиопия, Конго (Дем. Респ.), Судан, Танзания, Кения, Узбекистан, Уганда, Непал, Гана, Йемен, Шри-Ланка, Сирия, Мозамбик, Кот-д'Ивуар (Берег Слоновой Кости), Мадагаскар, Камерун, Казахстан, Буркина-Фасо, Ангола, Эквадор, Зимбабве, Камбоджа, Гватемала, Нигер, Сенегал, Беларусь, Тунис (10^{10}).

Метод ранжирования государств по уровню роста ВВП и устойчивости экономики

Для ранжирования государств по уровню роста ВВП и устойчивости экономики можно использовать следующие показатели:

Суммарный рост ВВП = (разряд ВВП – разряд площади) + (разряд ВВП – разряд численности населения).

Устойчивость экономики = (разряд ВВП – разряд площади) – (разряд ВВП – разряд численности населения).

Наивысший суммарный рост ВВП по данным 2003 г. был в Сингапуре, Китае-Гонконг и Бахрейне.

Высокий суммарный рост ВВП, за счет площади на 2 разряда и по численности на 5 разрядов установлен в следующих государствах (7,3 % от рассматриваемого списка): Австрия (G20, 3М), Великобритания (7, G20, 3М), Германия (7, G20, 3М), Дания (G20, 3М), Израиль (3М), Ирландия (G20, 3М), Италия (7, G20, 3М), Кипр (G20, 3М), Китай – Макао, Люксембург (G20, 3М), Франция (7, G20, 3М), Швейцария. Большинство этих стран вправе относиться к клубу 7 и G20.

На третьем месте по суммарному росту ВВП за счет площади (на 2 разряда) и численности населения (на 4) установлены следующие государства (9,1 %): Нидерланды (G20, 3М), Португалия (G20, 3М), Бельгия (G20, 3М), Чешская Республика, Венгрия (G20, 3М), Пуэрто-Рико, Тринидад и Тобаго, Маврикий, Барбадос, Мальта (G20, 3М), Сент-Люсия, Антигуа и Барбуда, Швеция (G20, 3М), Финляндия (G20, 3М), Норвегия. В последних 3 государствах рост экономики преимущественно за счет численности населения.

На четвертом месте по суммарному росту ВВП за счет площади (на 1 разряд) и численности населения (на 4) установлены следующие государства (25,4 %): США (7, G20, 3М), Бразилия (G20, БРИК), Испания (3М), Южная Корея (G20), Турция (G20), Таиланд, Польша (G20, 3М), Филиппины, Украина, Вьетнам, Малайзия, Греция (G20, 3М), Чили, Румыния (G20, 3М), Марокко, Венесуэла, Доминиканская Республика, Словакия (G20, 3М), Кувейт, Хорватия, Коста-Рика, Литва (G20, 3М), Словения (G20, 3М), Сальвадор, Азербайджан, Иордания, Панама, Латвия (G20, 3М), Босния и Герцеговина, Ливан, Грузия, Эстония (G20, 3М), Руанда, Гаити, Молдова, Албания, Македония, Полинезия франц., Западное Самоа, Коморские острова, Сент-Кристофер и Невис, Киргизия. При этом экономика США и Киргизии различается по ВВП на 3 разряда, площади и численности населения на 2.

На пятом месте по суммарному росту ВВП преимущественно за счет численности населения (на 4 разряда) установлены следующие государства (23 %): Япония (7, G20, 3М), Индия (G20, БРИК), Пакистан, Бангладеш, Нигерия, Шри-Ланка, Гренада, Доминика, Сент-Винсент и Гренадины, Россия (G20, БРИК), Эфиопия, Австралия (G20, 3М), ЮАР (G20, БРИК), Аргентина (G20), Иран, Египет, Колумбия, Саудовская Аравия (G20), Алжир, Перу, Новая Зеландия (3М), Болгария (G20, 3М), Парагвай, Уругвай, Оман, Туркменистан, Гвинея, Гондурас, Намибия, Ботсвана, Папуа-Новая Гвинея, Новая Каледония, Багамские острова, Капе Ведре (острова Зеленого Мыса), Фиджи, Джибути, Белиз, Соломоновы острова. При этом экономики Японии и России не различаются по ВВП и численности населения по уровню разрядов, но различаются по площади государств на 2 разряда.

Об устойчивости экономики может свидетельствовать нулевая разность между приростом ВВП за счет площади и численности населения. Она характерна для Сингапура, Китай – Макао и Японии. К устойчивой экономике можно отнести следующие государства: Антигуа и Барбуда, Бангладеш, Барбадос, Бахрейн, Бельгия (G20, 3М), Венгрия (G20, 3М), Гренада, Доминика, Индия (G20, БРИК), Китай – Гонконг, Маврикий, Мальта (G20, 3М), Нигерия, Нидерланды (G20, 3М), Пакистан, Португалия (G20, 3М), Пуэрто-Рико, Сент-Винсент и Гренадины, Сент-Люсия, Тринидад и Тобаго, Чешская Республика, Шри-Ланка.

Наиболее высокий уровень неустойчивости по данной методике устанавливается при высокой разности между источниками формирования ВВП в следующих государствах: Боливия, Гайана, Исландия, Казахстан, Канада (7, G20,

ЗМ), Киргизия, Мавритания, Монголия, Чад. Такое положение обусловлено тем, что площадь по величине до 2 порядков ниже ВВП, который формируется за счет численности населения.

Другой уровень неустойчивости складывается в государствах, где площадь соразмерна с ВВП, а доходная часть ВВП формируется только численностью населения: Австралия (G20, ЗМ), Алжир, Аргентина (G20), Багамские острова, Белиз, Болгария (G20, ЗМ), Ботсвана, Гвинея, Гондурас, Джибути, Египет, Иран, Капе Ведре (острова Зеленого Мыса), Колумбия, Намибия, Новая Зеландия (ЗМ), Новая Каледония, Норвегия, Оман, Папуа-Новая Гвинея, Парагвай, Перу, Россия (G20, БРИК), Саудовская Аравия (G20), Соломоновы острова, Туркменистан, Уругвай, Фиджи, Финляндия (G20, ЗМ), Швеция (G20, ЗМ), Эфиопия, ЮАР (G20, БРИК).

Экономическая общность семи стран-лидеров по росту ВВП

Семь стран-лидеров с наибольшими масштабами экономической и политической деятельности характеризовались следующими закономерностями роста ВВП, который составляет от 10^{11} (Канада) до 10^{13} (США). Рост ВВП с учетом площади и численности населения осуществлялся в диапазоне разрядов от 3 (Канада) до 7 (Великобритания, Германия, Италия, Франция). В 2003 г. в Японии была наиболее устойчивая экономика, а в Канаде наименее. В других государствах 7 устойчивость была средней.

Экономическая общность G20 по росту ВВП

Индустриальные страны (всего 40), образующие G20, характеризуются следующей общностью. Размах ВВП по степени составляет от 10^9 (Мальта) до 10^{13} (США). Наиболее высокий рост ВВП (на 7 разрядов) с учетом площади и численности населения осуществлялся в следующих государствах: Австрия, Великобритания, Германия, Дания, Ирландия, Италия, Кипр, Люксембург, Франция, а наименьший (на 3 разряда) в государствах Канада, Мексика, Индонезия, Китай. В следующих странах значение ВВП находилось на уровне показателей площади государства: Австралия, Аргентина, Болгария, Индонезия, Китай, Мексика, Россия, Саудовская Аравия, ЮАР. Поэтому рост экономики обеспечивался численностью населения.

Заключение

Количественная характеристика подтверждает качественное различие государств, у которых неодинаковый путь социально-экономического развития. Как и в физическом мире, универсальные пропорции между масштабом государства и социально-экономическими показателями присущи различным экономическим образованиям. Мы установили, что относительно размера территории ВВП может максимально подняться на 4 порядка, а относительно численности населения – на 5.

Анализ обобщающего показателя ВВП по различным странам на основе физической методологии пространственно-временного континуума показал наличие множества социально-экономических систем. Объединение государств при различных ВВП и факторах их формирования осуществляется для получения взаимной выгоды. В экономическом анализе классификация государств должна учитывать исторический путь формирования территории и время становления общества для эффективного производства ВВП. Поэтому правомерен вывод: настоящая цивилизация находится в переходной стадии к глобализации. Для создания полноценной глобализационной модели необходимо решить, в первую очередь, задачу информатизации государств в общих интересах, а не блоковых или обеспечивающих сложившееся разделение труда и закрепление условий получения прибыли.

Несовершенство этих методологических подходов по анализу проблем глобализации можно считать одной из причин появления миро-системного анализа. Концепция миро-системного анализа рассматривается как стратегия деятельности и познания, моделирующая современную историю. Миро-системный анализ, по И. Валлерстайну, это не теория о социальном мире или его части, а протест против способов, которыми было структурировано для всех нас социальное научное исследование [3]. Миро-системный анализ делает единицу анализа предметом спора в поиске ответа на вопрос, где и когда существуют целостности, внутри которых происходит социальная жизнь. Он заменяет термин «общество» термином «историческая система», подчеркивая неделимость исторической социальной науки. Целостность одновременно системна и исторична.

Содержательную часть миро-системного подхода можно найти в работе Я.В. Рейзема [4] в виде теоретических и прикладных аспектов изучения социальной информации методами социологической информатики. Социальные показатели должны изучаться, обсуждаться и назначаться как эталоны измерения, исходя из внутренней меры, присущей социальной структуре. Измерения и размерности, применяемые к социальным объектам, не являются стабильными. Поэтому поиск внутренней меры социальной структуры – это важная проблема для дальнейших исследований. Непостоянство социальной меры составляет ее существенное отличие от научно-технических мер. Такая изменчивость содержания социальной меры объясняется естественным качеством – историчностью. Это значит, что измеряемый объект до измерения, в процессе измерения и после измерения не тождествен самому себе. Соответственно этому социальная мера, будучи также социальным объектом, должна быть не тождественна самой себе. Поэтому социальные объекты должны измеряться соотносительно (Я.В. Рейзема). Не менее неопределенным является изучение явлений во времени. Здесь доминирующую роль играет образ жизни человека, определяющий мыслительные, социальные и производственные скорости деятельности.

Развивая точку зрения Я.В. Рейзема о том, что «социальная жизнь, однако, растет не произвольно, но в соответствии с некоторой исходной, изначальной структурой» [4, с. 22–23], необходимо подчеркнуть, что социальная структура

не первична и не автономна, ей предшествует физическая структура. Экономические результаты в индивидуальном труде и общественном благе пропорциональны достигнутому техническому уровню развития государства. Поэтому социальной информации должны быть присущи единицы измерений и размерности, принятые в физико-технической области. В этом залог управляемости общества. Изложенное выше еще раз подтверждает, что источники доходов в государстве – это развитие интеграции внутреннего созерцания времени и внешнего созерцания пространства, по И. Канту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пенроуз Р. Структура пространства – времени. Пер. с англ. Л.П. Гищука и Н.В. Мицкевича, под ред. Я.Б. Зельдовича и И.Д. Новикова. – М.: Мир, 1972. – 521 с.
2. Кант И. Критика чистого разума. – СПб.: Наука, 2008. – 662 с.
3. Wallerstein I. World-Systems Analysis // Social Theory Today/ Ed. by A. Giddens & J.H. Turner. – Cambridge: Polity Press, 1987. – P. 309–324.
4. Рейзема Я.В. Информационный анализ социальных процессов. Проблемы социологической информатики. – М.: Наука, 1982. – 198 с.

Получено 12.12.2011

© М.А. Креймер, 2011

УДК 338

КРИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА СЕВЕРНЫХ ИНТЕНСИВНО ОСВАИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Анатолий Иванович Гагарин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, заведующий кафедрой экономики землеустройства и недвижимости СГГА, тел. (383)210-95-87

Валерий Борисович Жарников

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, профессор кафедры кадастра СГГА, тел. (383)361-05-66, e-mail: vestnik@ssga.ru

Никита Александрович Сурков

Всероссийская общественная организация «Союз заемщиков и вкладов России», Региональное отделение в НСО, 630007, Россия, г. Новосибирск, ул. Коммунистическая, 2, оф. 705, председатель регионального отделения, тел. 8913-904-02-84, e-mail: novosibirsk@szvr.ru

Юрий Владимирович Лебедев

Уральский государственный лесотехнический университет, 620100, Россия, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37, заведующий кафедрой земельного кадастра УГЛТУ, тел. (343)362-97-77, e-mail: taranova@ukr.net

Татьяна Александровна Лебедева

Ботанический сад Уральского отделения РАН, 620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8-е марта, 202, научный сотрудник, тел. (343)322-56-41, e-mail: taranova@ukr.net

Рассматриваются критические технологии природопользования северных территорий, последствия, экономическая и экологическая оценка влияния на уклад жизни коренных народов.

Ключевые слова: критерии, рациональное природопользование, сценарии, лесные ресурсы, депонирование углерода, экологизация.

CRITICAL TECHNOLOGIES FOR EFFICIENT NATURE MANAGEMENT OF URALS AND WEST SIBERIAN NORTH TERRITORIES DEVELOPMENT

Anatoliy I. Gagarin

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., chief of the department SSGA department of economics, land management and real property, tel. (383)210-95-87

Valeriy B. Zharnikov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph.D., Prof., department of cadastre SSGA, tel. (383)361-05-66, e-mail: vestnik@ssga.ru

Nikita A. Surkov

Russian public organization "Russian union of borrowers and depositors" Novosibirsk regional department, 630007, Russia, Novosibirsk, 2 Kommunisticheskaya st., office 705, chief of the regional department, tel. 8913-904-02-84, e-mail: novosibirsk@szvr.ru

Yuriy V. Lebedev

Urals state forestry engineering university, 620100, Russia, Yekaterinburg, 37 Sibirskiy tract, head of land cadastre department, tel. (343)362-97-77, e-mail: taranova@ukr.net

Tatyana A. Lebedeva

Botanical garden of the Urals department of Russian academy of sciences, 202 8th March, Yekaterinburg, scientific associate, tel. (343)322-56-41, e-mail: taranova@ukr.net

Critical technologies of northern territories nature management are considered. Their effects on native population lifestyle, ecological and economic estimation are presented.

Key words: criteria, efficient nature management, scenarios, forest resources, carbon deposition, ecologization.

Развитие экономики в России в последующие десятилетия будет опираться на активное освоение природных ресурсов северных территорий, в первую очередь – Сибири и Урала; такие территории будут интенсивно осваиваться. На интенсивно осваиваемых территориях происходит повышение интенсивности производства путем более полного использования каждой единицы природно-ресурсного потенциала и пространства (всех видов природных ресурсов, средоформирующей роли экосистем и их социальных функций). В такой ситуации неизбежно встает проблема рационального природопользования.

Рациональное природопользование – это совокупность целенаправленных (формализация целей и формулировка критерия), долговременных (учет динамики природопользования, дисконтирование эффектов и затрат), выгодных обществу экономических, экологических, социальных и правовых взаимоотношений человека и природной среды, сопровождаемых неистощительным и постоянным природопользованием и позволяющих поддерживать важнейшие характеристики экосистем. Рациональное природопользование напрямую связано с экологизацией экономики («Концепция перехода РФ к устойчивому развитию, разделы III, VII», 1996 г.), которая в общем смысле [5, 6] означает большее осознание роли природы в жизни человека и в соответствии с концептуальным понятием «экология» – [15, с. 592] учет взаимосвязей живых организмов с окружающей средой, а в экономическом плане требует учитывать экологические ограничения [3, с. 130], уменьшение нагрузки на окружающую природную среду [14, с. 330].

Программа фундаментальных научных исследований на 2008–2012 гг., утвержденная Правительством РФ (от 23.02.2008 г. № 233-Р) по направлению 66 «Научные основы рационального природопользования», предусматривает «исследование эколого-экономических процессов в российских регионах, разработку проблем устойчивого природопользования, экологическую оценку социально-экономических сдвигов в пореформенной России, разработку теории экономического ландшафта, выявление и разработку сценариев конфликтов природопользования». Решение этих теоретических проблем особенно необходимо для разработки региональных эколого-экономических механизмов управления природопользованием на интенсивно осваиваемых территориях Урала и Сиби-

ри, имеющих, с одной стороны, перспективные запасы природных ресурсов, с другой – крайне ранимую северную и приполярную природную среду.

Опыт предыдущего развития экономического потенциала на интенсивно осваиваемых территориях Урала и Сибири выявил важные особенности, не учитывать которые нельзя. Так, за последние 20-30 лет сформировались научные направления, создана целая научная индустрия, ведется подготовка соответствующих специалистов всех уровней по восстановлению нарушенных и утраченных для общества территорий. Никто из проектировщиков не предполагал, что только на территории ХМАО площадь нарушенных земель будет составлять от 10 до 30 % площади месторождений нефти, а площадь оленьих пастбищ сократится более чем на 1 млн. га [19]. Даже преклоняясь перед самоотверженностью создателей ракетно-ядерного щита СССР, следует отметить, что сейчас Правительство РФ в программу фундаментальных научных исследований на 2008–2012 гг. включило по направлению «Научные основы рационального природопользования» тему «Выявление особенностей распределения и миграции радиоактивных изотопов в водной системе река – море в районах р. Оби, Обской губы, Карского моря». И в случае дальнейшего освоения северных территорий с большой вероятностью можно полагать, что подобные проблемы в горных тундровых условиях будут еще сложнее, если не прорабатывать заранее экологические вопросы.

Решение всех вопросов усложняется в связи с изменениями климата [9].

Глобальное потепление на Земле было официально признано научным фактором межправительственной Мадридской конференцией ООН в 1995 г. По результатам «Рабочей группы 11-й Межправительственной группы экспертов» (Всемирная метеорологическая организация и программа ООН по окружающей среде) [7], а также по результатам научных исследований институтов Уральско-го и Сибирского отделений РАН можно с высокой вероятностью полагать, что на территории бореальных лесов Урала и Сибири возрастут частота и интенсивность экстремальных погодных и климатических явлений [10]. По данным трех метеостанций Югры [2], средняя многолетняя температура воздуха в период 2000–2008 гг. на 1,0–1,5 °С выше, чем за период 1961–1990 гг., т. е. средняя скорость роста температуры составила около 0,4 °С за десятилетие. Наблюдаемые изменения температуры воздуха неоднородны пространственно и по сезонам года [4]. Так, на севере ХМАО (г. Березово) повышение температуры наблюдается преимущественно весной и осенью, а зимой температура почти не изменяется [8]. На юге ХМАО потепление отмечается, главным образом, зимой. Анализ современных данных [3] показывает, что воздействия изменения климата на природную среду и экономику природопользования будут особенно значительны для высоких и средних широт Северного полушария.

Глобальное потепление в северных регионах в общем случае будет оказывать влияние на следующее:

- продукционные процессы в экосистемах, сдвиг границ растительных формаций, динамику прироста фитомассы (древесины) и качество лесных ресурсов в лесах Урала и Западной Сибири;

- средоформирующие функции лесных экосистем, изменение величины и характера речного стока, деградацию вечной мерзлоты;
- динамику изменения лесоболотных и болотных экосистем; высотное и широтное продвижение растительности в горах;
- постепенное продвижение очагов массового размножения вредителей и болезней леса на север, где раньше они не встречались;
- лесные пожары и естественное возобновление и смещение ареалов хвойных насаждений;
- увеличение социальной роли лесных ландшафтов в условиях возрастания частоты и интенсивности экстремальных климатических явлений;
- традиционные природопользования в районах проживания коренных народов Севера;
- лесную промышленность (межрегиональную изменчивость лесной продукции, состояние транспортных сетей, инженерные сооружения).

На современном этапе проблемы рационального природопользования решаются по двум направлениям:

- производится технико-экономический анализ (оценка) эффективности освоения природных ресурсов на интенсивно осваиваемых территориях на основе абсолютизации экономического аспекта на ограниченных временных интервалах; при этом игнорируется комплексный характер долговременных экологических социальных последствий природопользования на прилегающих территориях [2, 3, 6];

- накапливается и уточняется огромная экологическая информация о реакции северных биологических сообществ на антропогенное (техногенное) воздействие, которое практически не учитывается при технико-экономическом анализе освоения природных ресурсов на интенсивно осваиваемых территориях Урала и Сибири [1, 4, 5, 11, 18].

Основной проблемой экономики рационального природопользования является совмещение традиций индивидуализма и перспективы коллективных действий, т. е. соединения индивидуальных интересов физических и юридических лиц (граждан, предприятий, ведомств) с общественными (государственными) предпочтениями. Особенностью такого сочетания является преобладание (абсолютизация) экономического аспекта на ограниченных временных интервалах у индивидуальных интересов и возрастающая роль экологического аспекта у общественных предпочтений в долгосрочной перспективе.

Основные особенности соотношения индивидуальных и общественных интересов в природопользовании заключаются в следующем:

- максимизация использования конкретных видов природных благ в индивидуальных интересах (добыча минеральных ресурсов, заготовка древесины) и эффективное использование всего природно-ресурсного потенциала территории в общественных интересах (разработка карьеров без негативного влияния на окружающую среду; долговременная, равномерная заготовка древесины по всей лесосырьевой базе);

- в индивидуальные интересы не входят такие показатели, как занятость населения в экономике (в первую очередь, местного и особенно коренного), долгосрочная стабильность природно-ресурсного потенциала территории (гидрологический режим территории, миграционные пути диких животных, олени пастбища, сохранение значимости отдельных видов природных благ (нерестилища в верховьях северных рек), но эти показатели имеют решающее значение для общества;

- индивидуальные интересы игнорируют побочные и косвенные эффекты природопользования (сопутствующие минеральные ресурсы, низкокачественную древесину, отходы лесозаготовок и деревообработки), а общественные интересы обязаны их учитывать (связь использования дикоросов у коренного населения с культовыми обрядами, сохранением традиционных знаний и обычаев);

- индивидуальные интересы связаны с большим риском возникновения неблагоприятных эколого-экономических ситуаций для отдельных природопользователей, а общественные дают возможность уменьшить этот риск;

- существует большое число индивидуальных предпочтений, не имеющих возможности проявить себя на рынке (продукция переработки дикоросов у коренного населения), а общественные в определенной мере позволяют использовать рыночный принцип для оценки эффективности использования всей совокупности природных благ.

Индивидуальные природопользователи дисконтированную величину своего годового дохода за период T лет оценивают обычными мерками микроэкономического подхода:

$$\mathcal{E} = \sum_{t=1}^T \frac{\Pi_t - (Z_t + Z_{st})}{(1 + P_t)^t}, \quad (1)$$

где Π – стоимость продукции природопользования; Z – величина затрат (издержек) на производство продукции; Z_e – экологические издержки производства, включающие затраты на предотвращение ущерба окружающей среде (например, на очистные сооружения) и экономический ущерб от загрязнения окружающей среды (например платы за выбросы загрязняющих веществ); P – показатель дисконта (для индивидуальных природопользователей в пределах 0,08–0,12; он, в основном, зависит от складывающейся на рынке процентной ставки).

С учетом общей суммы издержек («общественных издержек»), включающей затраты индивидуальных предпринимателей ($Z + Z_e$) и экстернальные издержки C [3], дисконтированная величина эффекта в природопользовании \mathcal{E} определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = \sum_{t=1}^T \frac{\Pi_t - (Z_t + Z_{st} + C_t)}{(1 + P_t)^t}. \quad (2)$$

Общественные интересы в природопользовании должны учитывать экономические интересы будущих поколений. Разброс между инвестициями с соот-

ветствующими эффектами и экологическими последствиями достигает десятилетий. Общественные интересы можно учесть путем:

- корректировки обычной нормы (показателя) дисконта, установленной с учетом более широкого набора условий; полагается, что такой показатель дисконта должен быть ниже нормы частных (рыночных) предпочтений;
- по возможности максимального учета всех экологических последствий от изъятия природных ресурсов.

Анализ работ по экономике природопользования свидетельствует о целесообразности применения значений показателя дисконта при оценке природопользования в зависимости от интервала дисконтирования. Следует отметить, что выбор показателя дисконта связан в определенной мере с учетом эколого-экономических интересов будущих поколений.

Максимальный учет всех экологических последствий от изъятия ресурсов и их переработки выражается в прогнозировании и оценке изменений в пространственно-временной динамике развития природных экосистем. Общее выражение для расчета дисконтированной величины эффекта природопользования, отражающее сумму общественных издержек и долговременных эколого-экономических последствий U для лесных экосистем, будет иметь вид:

$$\mathcal{E} = \sum_{t=1}^T \frac{P_t - (Z_t + Z_{et} + C_t)}{(1 + P_t)^t} \pm \sum_{t=T+1}^{>120} \frac{Y_t}{(1 + P_t)^t} \quad (3)$$

В части лесопользования на северных территориях необходимо иметь в виду следующее. Суровые климатические условия обуславливают низкую продуктивность лесов (IV–V класса бонитета). Преобладают хвойные насаждения (90 %), из них половина – сосновые. Возраст технической спелости 140–160 лет. Запасы древесины в горных сосняках (Va, Vб классы бонитета) – не более 120 м³/га, в предгорных участках (IV класс бонитета) они достигают 250 м³/га.

Древесина характеризуется мелкослойностью, повышенной плотностью, сбежистостью и сучковатостью стволов. Ее эффективное использование в местах вырубок под строящиеся объекты и в эксплуатационных лесах состоит в использовании среднебонитетных древостоев на местные нужды, а низкобонитетных – в переработке на щепу для производства древесных плит. Высказывания о перспективности фанерного, мебельного производств, каркасного домостроения в северных регионах не подтверждаются наличием соответствующего древесного сырья.

Малопродуктивные с точки зрения древесных ресурсов леса северные территории имеют большое водоохранное и почвозащитное значение; 20 % из них отнесены к средозащитным лесам. Линейные объекты (в основном, дороги) в сильной степени изменяют гидрологический режим территории, что приводит к изменению породного состава северных лесов и их продуктивности, а в общем случае – к угнетению древостоев на этих территориях.

Бедные по видовому составу северные биологические сообщества могут оказаться особенно уязвимыми к техногенному влиянию, а угнетенный древостой в условиях лесотундры и северной тайги в большей степени подвержен болезням и распространению вредителей леса. Это влияние усугубляется установленным с высокой вероятностью возрастанием на территории бореальных лесов Урала и Сибири частоты и интенсивности экстремальных погодных и климатических условий.

Оценка влияния промышленных объектов на использование дикоросов (ягоды, орехи, грибы, разнообразные пищевые, ароматические и лекарственные растения), заключается в том, что с одной стороны, будет сокращаться и трансформироваться площадь этих угодий, изменяться урожайность. С другой стороны, в связи с устойчивым энергообеспечением может быть организована более эффективная (глубокая) переработка, а создаваемая в регионе развитая транспортная инфраструктура позволит наладить оперативный сбыт продукции как на местном рынке, благодаря увеличению населения, так и за пределами региона [1].

Из-за глобального изменения климата важен экологический анализ влияния возводимых промышленных объектов на изменение природноресурсного потенциала водных экосистем (рыбопродуктивности), охотничьих ресурсов, оленеводства, земельных ресурсов (почвенных, территориальных). Наибольшее беспокойство вызывает влияние горнодобывающих объектов на рыбопродуктивность верховий северных рек. Задача заключается в максимальном сохранении уникальных запасов сиговых рыб. Вклад Северной Сосьвы и ее притоков в воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби, оцененный по численности молоди [19], составляет для сырка (пеляди) 81 %, тугуна («сосьвинской селедки») – 89 %, щокура (чира) – 43 %. Уральские притоки Нижней Оби остались единственными относительно нетронутыми хозяйственной деятельностью человека (значимость нерестилищ Средней Оби понизилась в связи с гидростроительством, загрязнением и дноуглубительными работами).

Оценка влияния промышленных объектов на охотничьи ресурсы заключается в максимальном сохранении угодий с компактным размещением боровой дичи, выделением участков (территорий) отдыха для пролетной фауны, сохранении коренных хвойных лесов с местами обитания пушных зверей.

Особое внимание должно быть обращено на оценку влияния природопользования на оленеводство, являющееся в экономическом плане потенциально наиболее эффективным видом хозяйствования у коренного населения [16], но в последние годы фактически теряющего свою роль (из-за повышения уровня жизни местного населения при занятии другими видами природопользования). Проекты освоения северных территорий могут создать условия для повышения престижа оленеводства, но необходимо обосновать варианты размещения площадных и особенно линейных объектов с минимальными негативными последствиями из-за изменения ареала пастбищ, их продуктивности, условий сезонных переходов стад оленей.

Эколого-экономическое обоснование включает также экономическую оценку влияния отдельных объектов на уникальный средоформирующий потенциал

северных горных ландшафтов Урала и равнинных ландшафтов Зауралья с широким распространением вечной мерзлоты. Здесь оценка заключается в учете влияния возводимых объектов на участковые протаивания вечной мерзлоты, последующее их заболачивание и деградации древостоев, что приведет к снижению способности депонировать из атмосферы углерод, аккумулировать растительностью газообразные и аэрозольные загрязнения и, как следствие, к большому загрязнению почвы и речного стока.

При создании промышленных объектов в северных горных районах учитывается высокая уязвимость горных почв к водной эрозии, смыву и разрушению, невозможность естественного восстановления. Процесс самозарастания нарушенных участков в горных районах Полярного Урала протекает очень медленно. Например, на гидроотвалах в местах добычи золота за 9–12 лет проективное покрытие растительностью составило 10 %, а появившаяся растительность не способна предохранить склоны от эрозии. Предполагаемое формирование сомкнутых фитоценозов можно ожидать только через 50 и более лет [19].

Эколого-экономическое обоснование влияния интенсивного освоения на условия жизни населения включает обязательное обоснование и установление зеленых зон уже на первом этапе расширения существующих и создания новых населенных пунктов (трудности с формированием зеленых зон в городах Нижневартовске и Нягани подтверждают это положение).

Уже на этапе формирования урбанизированных территорий в генеральных схемах санитарной очистки территорий необходимо предусмотреть эколого-экономические меры по недопущению загрязнения территорий, эффективные системы обращения с отходами (сбор, сортировка, транспортировка, утилизация). Одним из экономических методов недопущения загрязнения территорий стихийными свалками является эколого-экономическое обоснование эффективности дополнительных затрат на создание мотиваций организованного сбора отходов производства и потребления, в противном случае расходы на очистку и рекультивацию загрязненных и нарушенных участков будут намного больше.

Важным компонентом экологизации экономики северных территорий является объективная и аргументированная оценка влияния на традиционный уклад жизни коренных народов Севера [15]. Существующий опыт показывает [16], что промышленное развитие территорий негативно воздействует на сохранение обычаев коренного населения, его традиционных знаний, культовые обряды. Экологическое обоснование должно предлагать варианты с позитивными решениями для коренного населения, способствовать воспитанию и образованию успешного, этносообразного и неотрадиционного молодого поколения.

Поиск рациональных вариантов природопользования с совместным учетом индивидуальных интересов (критерий 1) и общественных предпочтений (критерии 2, 3) представляет собой многокритериальную задачу оптимизации. Общие принципы ее решения при поиске рационального варианта лесопользования [9] были рассмотрены с привлечением положений теории игр [19]. В последующем данный методологический подход использовался при эколого-экономическом

обосновании энергосбережения на Урале [2], при разработке научных положений экологизации экономики лесного хозяйства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеева Н.Г. Новые возможности и сложности рационального использования дикоросов в северных поселках Югры: матер. IV научно-практ. конф. – Ханты-Мансийск, 2008.
2. Ануфриев В.П. Методологические и методические основы эколого-экономического управления энергосбережением в регионе: препринт. – Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2005.
3. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 501 с.
4. Величко А.А. Глобальные изменения климата и реакция ландшафтной оболочки // Изв. АН СССР, сер. Геогр. – 1991. – № 5. – С. 5–22.
5. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. – М.: ВИНТИ, 1995. – 472 с.
6. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 416 с.
7. Четвертый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата: вклад Рабочей группы / Израэль Ю.А., Семенов С.М., Анисимов О.А., Анохин Ю.А., Величко А.А., Ревич Б.А., Шикломанов И.А. // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 9. – С. 5–13.
8. Ким Н.С., Игенбаева Н.О. Современные изменения климата ХМАО-Югры // Сб. мат. конф. «Экология и природопользование». – Ханты-Мансийск, 2007. – С. 92–93.
9. Экологизация экономического мегапроекта «Урал Промышленный – Урал Полярный» / Лебедев Ю.В., Лебедева Т.А., Алексеева Н.Г., Стаканова Л.П., Лебедев М.Ю. // Экономика природопользования. – 2010. – № 2. – С. 97–109.
10. Лопатин В.Н., Муравых А.И., Грицевич И.Г. Глобальные изменения климата, проблемы и перспективы реализации Киотского протокола в РФ. Москва, 2005. – 40 с.
11. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории РФ Том II. Последствия изменения климата. Росгидромет, 2008. – 288 с.
12. Панова Н.К. История развития лесной растительности на Урале в голоцене // Лесообразовательный процесс на Урале и Зауралье. – Екатеринбург, 1996. – С. 26–49.
13. Пахомов В.П., Логинов В.Г. Социо-экономическое развитие коренных этносов в рыночных условиях. – Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2003.
14. Пахомова Н.В., Эндрес А., Рихтер Е. Экологический менеджмент. СПб: Питер, 2003. – 544 с.
15. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
16. Таранова Т.А. Устойчивое управление лесами: матер. IV Межд. научного конгресса «Гео-Сибирь-2008». – Новосибирск, 2008. – С. 23–25.
17. Харамзин Т.Г. Экономика традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера. – Ханты-Мансийск, 2001.
18. Холина В.Н. Основы экономики природопользования. – СПб: Питер, 2005. – 672 с.
19. Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. – М.: Наука, 1986. – С. 134–160.
20. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / под ред. Плотникова В.В. – Тюмень: Софт дизайн, 1997.

Получено 12.12.2011

© А.И. Гагарин, В.Б. Жарников, Н.А. Сурков,
Ю.В. Лебедев, Т.А. Лебедева, 2011

ХРОНИКА

ХРОНИКА ОСНОВНЫХ СОБЫТИЙ СГГА

THE CHRONICLE OF MAIN SSGA EVENTS

1 сентября.

«День знаний в СГГА». В актовом зале состоялся концерт для вчерашних абитуриентов и школьников. Ректор академии А.П. Карпик торжественно поздравил студентов-первокурсников с началом студенческой жизни и открыл церемонию вручения студенческих билетов.

4–8 сентября.

В столице Монголии г. Улан-Батор состоялся международный семинар «Innovative Technologies for an Efficient Geospatial Management of Earth Resources», в котором делегация СГГА приняла активное участие.

Организаторы семинара – Международная Федерация геодезистов (FIG) в лице вице-президента, профессора Рудольфа Штайгера, Сибирская государственная геодезическая академия (СГГА) в лице проректора по инновационной деятельности, профессора Владимира Середовича, Монгольская Ассоциация геодезии, фотограмметрии и картографии (MAGP&C) в лице президента Энхтувшин Баатара открыли семинар и сделали презентационные доклады. В работе семинара приняли участие ведущие ученые в области геодезии, картографии, фотограмметрии, дистанционного зондирования из Великобритании, Германии, Израиля, Испании, Казахстана, Китая, России, США, Финляндии, Франции, Чешской Республики, Японии, а также большая группа ученых и специалистов из Монголии. По результатам работы выпущен сборник научных статей и диск с электронными публикациями. Монгольские специалисты отметили высокий уровень семинара и его роль для дальнейшего развития геодезии и ряда смежных наук, а также укрепления прямых связей ученых разных стран.

13 сентября.

СГГА посетил мэр города Новосибирска Владимир Филиппович Городецкий. В ходе визита мэру были продемонстрированы научные разработки академии, которые могут применяться на предприятиях города Новосибирска. В актовом зале состоялась встреча мэра со студентами и преподавателями академии. На встрече В.Ф. Городецкий рассказал о работе мэрии и перспективах раз-

вития города. В заключение было подписано соглашение о сотрудничестве мэрии г. Новосибирска и ФГБОУ ВПО «СГГА».

15–16 сентября.

На территории ДОК «Чкаловец» прошел VI Сибирский астрономический форум «СибАстро–2011», организаторами которого являются Новосибирский приборостроительный завод и СГГА.

Более 500 человек приняли участие в форуме, на котором 3 дня и 2 ночи проводились наблюдения звездного неба, планет, Луны и Солнца в телескопы, выставленные на площадке Дома культуры. Гостями форума стали Герой России, летчик-космонавт Лазуткин Александр Иванович и известный астроном, автор популярных и научных изданий, доцент, кандидат физико-математических наук из Государственного астрономического института им. Штернберга Сурдин Владимир Георгиевич, а также любители астрономии и специалисты. Три ярких, солнечных и теплых дня надолго останутся в памяти всех участников СибАстро.

22–24 сентября.

В Новосибирске прошел третий международный молодежный форум «Интерра – 2011». Активное участие в нем приняла Сибирская государственная геодезическая академия. Одна из рабочих площадок СГГА была посвящена кадастровой деятельности, в организации ее работы приняли участие Управление Росреестра по НСО и НП «Объединение кадастровых инженеров Сибири».

В рамках работы площадки проведены лекции-презентации и мастер-классы по актуальным вопросам развития современного автоматизированного кадастра объектов недвижимости, подготовки документов к кадастровому учету, использованию современных информационных продуктов. В форуме активное участие приняли студенты и преподаватели новосибирских и ряда зарубежных вузов, представители производства.

Одна из площадок с названием «**Моя страна – Россия**» была организована кафедрой картографии и геоинформатики СГГА. Студенты-картографы под руководством преподавателей кафедры нарисовали на асфальте перед главным корпусом академии карту Российской Федерации и ее федеральных округов. Проведены конкурсы на знание истории и географии России.

В рамках форума прошло неординарное событие – Международный студенческий семинар «**Гео-Мир**», целью которого стало расширение международных молодежных научно-исследовательских контактов между студентами, магистрантами и аспирантами СГГА и рядом зарубежных вузов, специализирующихся в области дистанционного зондирования, фотограмметрии, обработки пространственных данных в целях принятия управленческих решений в кризисных ситуациях.

14 октября.

В здании Правительства Новосибирской области состоялась информационная сессия по программам ЕС в сфере высшего образования (Tempus, Erasmus Mundus и др.).

Tempus – одна из наиболее успешных программ Европейского Союза, направленная на содействие развитию систем высшего образования в странах-партнерах, не являющихся членами ЕС. Программа является одной из самых продолжительных, ее первый этап начался в 1990 г., в России программа действует с 1994 г. Основная задача программы – расширение сотрудничества в области высшего образования между Европейским Союзом и странами-партнерами в контексте реализации Лиссабонской стратегии и Болонского процесса. С 2009 г. в этой программе участвует СГГА совместно с МИИГАиК и ЮФУ, разрабатывающая программу подготовки магистров в области имущественного кадастра.

Erasmus Mundus – это программа академической мобильности, охватывающая практически все страны мира. Программа призвана придать высшему образованию отчетливую европейскую направленность. Ее основная цель состоит в укреплении сотрудничества и международных связей в сфере высшего образования на основе поддержки высококачественных европейских программ. Вузы России участвуют в этой программе с 2004 г.

Объявлению нового конкурса заявок в программу Tempus и была посвящена информационная сессия, организованная совместно Представительством Европейского Союза в Российской Федерации, Национальным офисом программы Tempus в России и Министерством образования, науки и инновационной политики Новосибирской области. В ходе мероприятия представлена общая информация о программах ЕС и возможностях участия в ней российских вузов, дан обзор новых конкурсов и рекомендации по подготовке заявок. Состоялось обсуждение выступления российских участников проектов Tempus и Erasmus Mundus, в ходе которого участники поделились своими впечатлениями.

В сессии участвовали: от Правительства Новосибирской области профессор Г.А. Сапожников, руководитель национального офиса «Tempus» (г. Москва) д.п.н. О.Н. Олейникова, координатор международных программ от ЕС Н. Скарамуццо, представители и студенты сибирских вузов (городов Барнаул, Новосибирск, Омск, Кемерово, Красноярск и др.).

17–21 октября.

В Сибирской государственной геодезической академии прошла профориентационная экскурсия по академии «**Мир профессий СГГА**». В программу вошли экскурсии по лабораториям и подразделениям академии, ознакомление со специальным оборудованием, тренинги по развитию лидерских качеств, умению работать в команде, адаптации в вузе.

19 октября.

Академию посетил Губернатор Новосибирской области В.А. Юрченко. Встреча состоялась в актовом зале академии в присутствии более 400 студентов и преподавателей.

Выступивший первым ректор академии профессор А.П. Карпик в коротком выступлении охарактеризовал роль специалистов академии, ее научно-производственных коллективов в решении актуальных задач, стоящих перед Правительством области, территориальными ведомствами, по повышению инвестиционной привлекательности региона, формированию стабильно развивающейся экономики на основе таких инновационных механизмов, как территориальная ГИС, единое информационное пространство на основе региональной системы координат, базовых станций GLONASS-GPS и ряда других.

Губернатор НСО В.А. Юрченко поздравил коллектив академии с завершением предыдущего учебного года, успешно проведенным новым набором студентов, впечатляющими результатами преобразования облика академии и окружающей территории, отметил постоянно повышающийся уровень разработок специалистов СГГА для своего города и области и ответил на все вопросы участников собрания, в основном связанные с перспективой развития профессионального образования, трудоустройства выпускников, быта и отдыха студентов, пожелал новых успехов коллективу в решении первоочередных и стратегических задач.

20–26 октября.

Команда студентов СГГА под руководством профессора Т.Н. Хацевич приняла участие во **Всероссийской студенческой олимпиаде по оптотехнике** (г. Санкт-Петербург) и одержала победу в блиц-туре и в личном первенстве. В общекомандном первенстве заняла 5-е место из 16 команд, в том числе вузов ближнего зарубежья.

27 октября.

Директор Фонда «Тренды», доктор философских наук, профессор В.П. Супрун выразил благодарность ректору СГГА А.П. Карпику за организацию и проведение мастер-классов видных экспертов В.В. Федорова (Москва) и Алана О'Коннора (Северная Каролина, США), которые прошли в рамках международного инновационного форума «Интерра–2011», а также сотрудничество по повышению образовательного потенциала студентов и квалификации преподавательского состава вуза.

3 ноября.

20-летний юбилей «Технического лицея при СГГА». Празднование прошло в актовом зале СГГА, гостями праздника стали преподаватели СГГА, представители попечительского совета, бывшие и настоящие ученики лицея.

Ноябрь.

На сайте библиотеки СГГА открыт доступ к научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU. Доступ возможен с любого компьютера академии и библиотеки после регистрации на сайте www.elibrary.ru.

Для студентов, аспирантов и сотрудников академии появился полный доступ на информационный портал polpred.com*, а также стал возможен обзор СМИ по логину: **ssga**, паролю: **pyfityrur**.

** Polpred.com Обзор СМИ – он-лайн база данных на русском языке, пополняется вручную ежедневно. Полные тексты 400 тыс. лучших статей из сотен информагентств и СМИ со всего мира за 15 лет. Рубрикатор по стране / отрасли / источнику / федеральному округу РФ / дате, поиск с настройками.*

10 ноября.

Всемирный день качества. Подведены итоги конкурса Правительства Новосибирской области по качеству, в котором приняли участие около 100 предприятий области – учреждений высшего, среднего, начального профессионального образования, общеобразовательных, дошкольных и учреждений культуры.

СГГА во второй раз приняла участие в конкурсе. В 2010 г. академия стала дипломантом, а в этом году получила звание «Лауреат конкурса качества».

19 ноября.

В СГГА прошел День открытых дверей, собравший более 300 школьников из города Новосибирска и области. Для гостей были организованы праздничный концерт и экскурсии по институтам. Абитуриентов поприветствовал ректор СГГА А.П. Карпик и почетные гости академии – Д.А. Ламерт, заместитель руководителя Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Новосибирской области и В.В. Шапоренко, генеральный директор банка Левобережный.

В Первомайском сквере отметили юбилей великого ученого – М.В. Ломоносова.

Организаторами праздника, посвященного 300-летию юбилею выдающегося русского ученого Михаила Васильевича Ломоносова, стали Астрофизический центр г. Новосибирска, Новосибирский приборостроительный завод, Планетарий СГГА, группа «Тротуарная астрономия в Новосибирске».

Среди участников – учащиеся Аэрокосмического лицея, Дворца творчества детей и учащейся молодежи «Юниор», жители и гости города. Было много стихов и песен, каждый желающий мог попрактиковаться в астрономических наблюдениях.

21 ноября.

Началась аттестация профессорско-преподавательского состава СГГА. Согласно постановлению Минобрнауки РФ № 284 от 06.08.09 «Об утверждении

Положения о порядке проведения аттестации работников, занимающих должности научно-педагогических работников», в СГГА разработано положение, которое обязывает работников, занимающих должности научно-педагогических (профессорско-преподавательский состав, научные работники) и других категорий работников академии, пройти аттестацию.

Председателем аттестационной комиссии назначен проректор по общим и правовым вопросам академии А.В. Ардеев.

22 ноября.

Академию посетил депутат Государственной думы от фракции «Единая Россия» Александр Карелин. А.А. Карелин – личность легендарная, выдающийся спортсмен, борец, трехкратный олимпийский чемпион, Герой России, доктор педагогических наук. Поэтому его присутствие было встречено бурными аплодисментами студентов и преподавателей. Выступление А.А. Карелина было посвящено ближайшему будущему России и предстоящей избирательной компании по выборам нового состава Государственной думы Федерального собрания РФ. В заключении А.А. Карелин ответил на вопросы студентов и пообещал делать все возможное для процветания г. Новосибирска и его высшей школы.

26 ноября.

Состоялся традиционный Бал ректора. Главная тема праздника – французский маскарад. Команды институтов СГГА представили свои визитки в виде танцевальной постановки. В завершение были подведены итоги конкурса на лучшую команду и лучшую пару, победители которого отправятся в декабре на горнолыжный курорт «Манжерок».

28 ноября.

Завершилась подготовка материалов СГГА к конкурсу Министерства образования и науки РФ по поддержке программ стратегического развития государственных вузов страны на 2012–2016 гг.

Программа СГГА, подготовленная ведущими специалистами академии во главе с ректором, профессором А.П. Карпиком, нацелена на совершенствование качества подготовки специалистов для продвижения бренда СГГА, формирование современного университета инновационного типа.

Предварительная оценка программы, ее обоснования, содержательной части, выполненная внешними экспертами, вполне благоприятная и позволяет рассчитывать на успех.

6 декабря.

На заседании Ученого совета академии рассмотрены и обсуждены вопросы:

1. Организация учебного процесса в 2010/11 уч. г. и основные пути ее оптимизации.

2. О результатах реорганизации Института оптики и оптических технологий.

3. Презентация системы дистанционного обучения и перспективы ее развития.

После обсуждения выступлений, сделанных проректором по УР В.А. Ащеловым, директорами Институты О.К. Ушаковым и О.В. Твердовским, Ученый совет принял решения, направленные на оптимизацию работы структур академии.

15 декабря.

Состоялось заседание президиума Саморегулируемой организации некоммерческого партнерства «Объединение кадастровых инженеров Сибири (СРО НП "ОКИС")» под председательством президента СРО НП «ОКИС» профессора И.В. Лесных. Принят план основных действий организации на первую половину 2012 г., определена деятельность СРО по повышению квалификации специалистов, обсуждены кандидатуры новых членов для вступления в СРО (на 01.12.2011 СРО насчитывает 115 кадастровых инженеров), а также размер и сроки уплаты членских взносов.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ANNIVERSARIES

Пешков Николай Михайлович

Родился 18.12.1931 г. в Новосибирской области в семье служащего. В 1949 г. получил среднее образование и в 1950 г. стал студентом НИИГАиК. В 1955 г. закончил геодезический факультет и получил назначение в горный комбинат Средазцветметразведки. С 1957 г. работал в Гипроэнергопроме на изыскании промышленных площадок под объекты оборонного значения. В 1962 г. образуется система трестов инженерно-строительных изысканий и Н.М. Пешков в качестве старшего инженера, руководителя группы, начальника экспедиции ЗапСибТИСИЗа выполняет работы на объектах Сибири, Урала, Средней Азии.

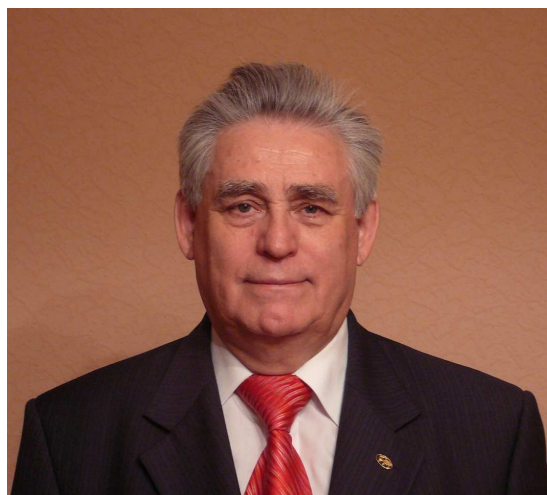


В 1964 г. становится начальником отдела ГПИ «Сибэнергопроект». С 1969 г. – доцент кафедры геодезии НИИГАиК, в последующем СГГА. Читает лекции, проводит практики, в том числе обменные с Высшей технической школой (г. Братислава), преподает в Высшей политехнической школе в Республике Мали (1980–1984). Активно участвует в общественной жизни, был председателем объединенного профсоюзного комитета НИИГАиК (1969–1978).

Награжден знаком «Почетный геодезист» (1988), медалями «Ветеран труда», «110 лет основания г. Новосибирска», почетными грамотами и дипломами.

Лисицкий Дмитрий Витальевич

Родился 26.12.1941 г. в г. Казани в семье военнослужащего. В 1959 г. получил среднее образование и поступил в НИИГАиК. По окончании института в 1965 г. – научный сотрудник Сибирского института геологии, геофизики и минерального сырья, с 1970 г. в Научно-исследовательском институте прикладной геодезии (г. Новосибирск): зав. лабораторией, зав. отделом, зам. директора по научной работе. Успешно защищает кандидатскую (1973) и докторскую (1992) диссертации, становится профессором (1996).



Автор более 170 научных работ, в том числе монографии «Основные принципы цифрового картографирования местности» (1990), учебного пособия «Цифровые технологии картографирования» (2011), 10 авторских свидетельств и патентов. Среди его учеников – 6 кандидатов наук, 5 аспирантов и соискателей.

С 2000 г. Д.В. Лисицкий – заведующий кафедрой картографии и геоинформатики СГГА, председатель диссертационного совета по геодезическим специальностям, научный руководитель ряда крупных проектов, член редколлегии журнала «Вестник СГГА».

Награжден орденом «Дружба народов», знаками «Почетный геодезист», четырьмя серебряными медалями ВДНХ, дипломами и почетными грамотами, действительный член МАН ВШ, федеральный эксперт по направлению «Геодезия».

Зятькова Луиза Константиновна



Работает в СГГА с 1992 г., общий стаж научно-педагогической работы – свыше 50 лет. Автор 280 научных работ, опубликованных в нашей стране и за рубежом, в том числе 14 монографий, 6 учебных пособий по дистанционному исследованию природных ресурсов, природопользованию и геоэкологическому мониторингу. Среди них фундаментальный многотомный труд «История развития Сибири и Дальнего Востока» (15 томов) и монографии:

«Дистанционные исследования природных ресурсов и основы природопользования» (2002); «Геоэкологический мониторинг природной среды» (2 тома) (2004); «У истоков аэрокосмических исследований природной среды ("Космос" – в программе "Сибирь")» (2007), выпущенная к 50-летию РАН, «Методы геоэкологической паспортизации природных объектов и новая кадровая политика» (2008), представляющая собой цикл лекций, прочитанных в разные годы студентам, обучающимся по специальностям «Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами» и «Геоэкология».

Л.К. Зятькова – член диссертационных советов Сибирской государственной геодезической академии и Алтайского государственного университета по защитах докторских и кандидатских диссертаций по научным специальностям «Геоэкология», «Охрана природных ресурсов аэрокосмическими методами», «Эволюционная география», «Картография».

Десять учеников Л.К. Зятьковой успешно защитили кандидатские диссертации.

Результаты исследований Л.К. Зятьковой используются при изучении природных ресурсов аэрокосмическими методами, определении геодинамической напряженности и геоэкологического потенциала, геоэкологической паспорти-

зации природных объектов, при проведении геомониторинга районов активного освоения Сибири.

Многолетний труд Л.К. Зяtkовой отмечен почетными званиями и наградами, среди которых:

- Лауреат Государственной премии СССР, 1978 г.;
- заслуженный ветеран СО АН СССР, 1982 г.;
- медаль «Ветеран труда», 1984 г.;
- почетный знак «110-летия основания г. Новосибирска»;
- почетный знак «Серебряная сигма» за многолетний творческий вклад в развитие науки и в связи с 50-летием Сибирского отделения РАН, 2007 г.;
- медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени.

Робинсон Борис Владимирович

Родился 5 ноября 1951 г. в Новосибирске. В 1968 г. поступил на отделение экономической кибернетики экономического факультета Новосибирского электротехнического института и окончил его в 1973 г., получив квалификацию «Экономист-математик».

С октября 1973 г. работал в Сибирском НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), где прошел путь от инженера до главного научного сотрудника. В 1979 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата, а в 1990 г. – доктора экономических наук. В 1985 г. ему присвоено ученое звание старшего научного сотрудника (доцента), а в 2005 г. – профессора.



Основная сфера научной деятельности Б.В. Робинсона – экономическая оценка и прогноз освоения нефтегазовых ресурсов перспективных территорий. Им выполнены первые геолого-экономические расчеты по оценке углеводородного потенциала Восточной Сибири и республики Саха (Якутия).

Б.В. Робинсон – автор более 150 научных работ, в том числе 6 индивидуальных и коллективных монографий, статей в зарубежных изданиях. Он постоянно участвует в научных конференциях в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Красноярске, Новосибирске.

С сентября 1981 г. началась педагогическая деятельность Б.В. Робинсона в Новосибирском институте народного хозяйства в должностях доцента, профессора. В настоящее время Б.В. Робинсон – профессор кафедры экономики и менеджмента Сибирской государственной геодезической академии.

Б.В. Робинсон – академик Российской экономической академии, член-корреспондент Российской академии естественных наук, член Союза литераторов РФ по гильдии музыковедов. Награжден почетным знаком «Отличник разведки

недр», памятной медалью «К 110-летию основания г. Новосибирска», двумя почетными грамотами мэрии г. Новосибирска. Является членом Диссертационного Совета по присуждению ученой степени доктора экономических наук при Сибирском Федеральном университете (г. Красноярск).

Малинин Вадим Владимирович



Родился в 1941 г. В 1964 г. окончил радиотехнический факультет Новосибирского электротехнического института (НЭТИ). В 1965–1969 гг. – м.н.с. Института автоматики и электрометрии СО РАН. В 1969–1973 гг. – с.н.с. НЭТИ, председатель Совета СНО, организатор студенческого КБ «Компас». В 1974–1978 гг. – с.н.с. НПО «Восток». В 1978–1979 гг. – ст. преподаватель кафедры оптики НИИГАиК. В 1979–1980 гг. – работал на кафедре радиоэлектроники, с 1980 г. – на кафедре оптических приборов. В 1986–1991 гг. – заведующий кафедрой оптики (прикладной оптики). С 1991 г. – доцент на кафедре оптико-электронных приборов (ОЭП). В 1994–2000 гг. – заведующий кафедрой ОЭП. С 2000 г. – начальник центра информационных технологий (ЦИТ) СГГА, с 2002 г. – директор ЦИТ. Кандидат технических наук (1972 г.), доцент (1982 г.), профессор (1995 г.), доктор технических наук (2008 г.). С 2011 г. – профессор кафедры наносистем и оптотехники.

Научные интересы связаны с оптимизацией характеристик оптико-электронных приборов и систем. Автор более 150 научных и учебно-методических работ, в том числе монографий и учебных пособий.

Тымкул Василий Михайлович



Родился в 1946 г. В 1969 г. окончил физический факультет Черновицкого государственного университета. С 1969 г. по 1981 г. работал в Государственном институте прикладной оптики (ГИПО): инженер, м.н.с., с.н.с. С 1981 г. работает в НИИГАиК на кафедре оптико-электронных приборов (ОЭП). Заведующий кафедрой ОЭП в 1991–1994 гг. и в 2000–2005 гг. Кандидат технических наук (1982 г.), доцент (1988 г.), профессор (1996 г.), член-корреспондент Академии медико-технических наук (1999 г.).

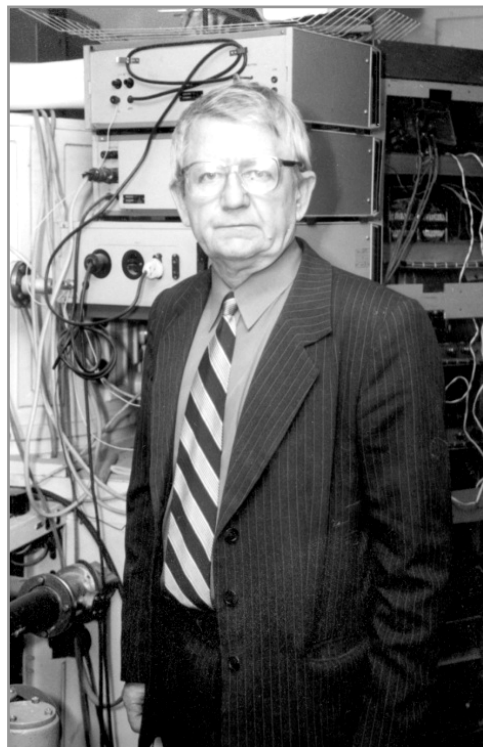
Награжден нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования РФ» (2002 г.) и «Почетный работник науки и техники РФ» (2008 г.). С 2011 г. профессор кафедры наносистем и оптотехники.

Успешно руководит бакалаврами и магистрами направления «Оптотехника», выпускные квалификационные работы которых неоднократно занимали призовые места на Всероссийских конкурсах.

Область научных интересов: разработка теории, физических основ и принципов построения новых оптико-электронных приборов и систем. Под его научным руководством 3 сотрудника академии защитили кандидатские диссертации. Является автором более 150 работ, из них 1 монография, более 40 научных статей, 12 учебно-методических работ и учебных пособий, 10 патентов РФ на изобретения.

Чесноков Владимир Владимирович

Родился в 1936 г. В 1958 г. окончил радиотехнический факультет Томского политехнического института. До поступления в НИИГАиК работал в НПО «Восток». С 1985 г. работает на кафедре физики НИИГАиК, в том числе заведующим кафедрой в 1989–1992 гг. и 1997–2010 гг. В настоящее время – профессор-консультант. В 1976 г. защитил кандидатскую, а в 1995 г. – докторскую диссертацию. В 1990 г. получил ученое звание доцента, а в 1998 г. – звание профессора. Почетный работник высшего профессионального образования РФ (2001 г.), заслуженный работник высшей школы РФ (2010 г.). Успешно развивает научное направление по изучению взаимодействия лазерного излучения с веществом и принципы создания устройств микро- и наносистемной техники. Автор более двухсот научных работ, в том числе 57 авторских свидетельств и патентов.



Подготовил пять кандидатов и двух докторов технических наук. Успешно руководит студенческим конструкторским бюро.

Соснова Наталья Кирилловна



Родилась в 1946 г. В 1970 г. окончила НИИГАиК по специальности «инженер оптик-механик». С 1970 по 1971 г. работала в оптическом цехе Новосибирского приборостроительного завода. С 1972 по 1976 г. училась в целевой аспирантуре ЛИТМО (Ленинград). Кандидат технических наук (1976 г.). С 1976 по 1979 г. – ассистент, а затем ст. преподаватель кафедры технологии оптического производства НИИГАиК. С 1979 г. – старший преподаватель, а затем доцент кафедры оптики. Доцент (1983 г.). С 1985 г. – ученый секретарь Ученого совета НИИГАиК. С 1991 г. – доцент кафедры оптических приборов, с 1996 г. – профессор кафедры ТОП. Награждена Почетной грамотой Министерства образования РФ (1999 г.), нагрудным

знаком «Почетный работник высшего профессионального образования РФ» (2005 г.), Почетной грамотой мэрии г. Новосибирска (2006 г.).

Успешно развивает научное направление «Разработка и исследование экспресс-методов контроля прецизионных оптических деталей в процессе их изготовления».

Автор более 60 научных и научно-методических работ, активный участник научного форума «ГЕО-Сибирь».

Редакция журнала сердечно поздравляет юбиляров, желает им крепкого здоровья и надеется на дальнейшее плодотворное сотрудничество.

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

CORRESPONDENCE COLUMN

«А вы верите в инопланетян?» – этот вопрос я часто слышу как от лицеистов или студентов 1–3 курсов, которым преподаю астрономию, так и от посетителей планетария по окончании лекции.

Отвечаю так: верить можно в Бога или верить кому-то из людей. Но что такое «верить в инопланетян»? И, тем не менее, сегодня речь о том, чему и кому мы верим, во что верим и почему.

Что касается инопланетян: в середине XX в. ученые действительно очень активно занимались поиском внеземных цивилизаций, сейчас в программах космических исследований также присутствует этот пункт, но заняты современные ученые уже не поиском зеленых человечков и сигналов от них, а обнаружением у других звезд планет, похожих на нашу Землю. Поиски ведутся весьма успешно, и в будущем, когда люди научатся перемещаться в пространстве и во времени, посещение этих планет станет возможным. Пока же попытки найти внеземную жизнь, и тем более разум, не привели к положительному результату. И даже популярна мрачная шутка: мы якобы не входим в контакт с иными цивилизациями потому, что они имеют тенденцию самоуничтожаться, когда достигают нашего уровня. Очень хочется верить, что это не так.

Астрономия, как никакая другая наука, связана с мечтами и фантазиями людей. Именно в этой области часто появляются необъяснимые с научной точки зрения факты. Это и таинственная планета Нибиру, и очередной конец света и невероятное противостояние Марса с Землей. Каждый год воображение людей подбрасывает новые идеи. Кроме того, домыслами и тайнами обрастает то, что мы не можем пока объяснить.

За последнее столетие человечество продвинулось далеко вперед в познании Вселенной. Почему же в начале XXI в. в странах с высоким уровнем образования так развита вера не в науку, а в предрассудки? С чем связано сегодня массовое увлечение людей псевдонауками?

Ответ, в общем-то, прост: эти околонукальные «знания» легко и просто «объясняют» какие-то явления и процессы, интересно рассказывая о них, оставляя при этом налет таинственности. Это и привлекает людей. Недостаток или полное отсутствие фактов, поверхностность в рассуждениях не настораживают. Что касается науки, то язык ее изложения сухой, пестрит формулами и сложными терминами, научная литература доступна узкому кругу людей. Вот и получается, что научная информация отсутствует, и в целом общество довольствуется весьма сомнительными данными.

Сотрудники нашего планетария запросили информацию о том, сколько журналов «Земля и Вселенная» выписывают в Новосибирске через агентства подписки и доставки периодических изданий «Урал-Пресс»: Планетарий, НПЗ, одно из авиационных предприятий города, ГПНТБ и еще 2 библиотеки – т. е. всего 6.

Таких агентств в городе 5, если посчитать, что у каждого из них по 6 подписчиков, то получается 30 журналов на 1,5 млн. жителей города.

Все чаще люди путают астрономию и астрологию. Я спросила в книжном магазине в центре Новосибирска «Школьный астрономический календарь». В ответ услышала от продавца: «Астрология у нас вот на этих полках».

В Новосибирске курс астрономии преподается и всегда преподавался только в Сибирской государственной геодезической академии. Мы учились по книгам Иосифа Самуиловича Шкловского, Феликса Юрьевича Зигеля, Эдварда Владимировича Кононовича.

С 2006 г. Сибирская государственная геодезическая академия совместно с ФГУП ПО «Приборостроительный завод» проводит Сибирские астрономические форумы «Сибастро». Ежегодно форум проходит в загородном лагере «Чкаловец» в Искитимском районе, 6-й форум проведен 16–18 сентября 2011 г. Число участников мероприятия уже превысило 500 человек.

Гостями наших форумов являются космонавты, ученые, астрономы-профессионалы и любители астрономии, те, кто строит телескопы, и те, кто хочет научиться тому, как построить телескоп. В России подобный проект реализуется только в Москве, но там он проходит на коммерческой основе.

Гостем Сибирского астрономического форума в 2007 г. был Эдвард Владимирович Кононович – известный российский астроном, сотрудник Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ МГУ), преподаватель МГУ, автор 350 научных работ, а также ряда известных учебников по астрономии. В 2010 г. мы слушали лекции Сергея Борисовича Попова – старшего научного сотрудника ГАИШ МГУ, кандидата физ.-мат. наук, автора около 100 научных и множества научно-популярных работ. В сентябре 2011 г. на наше приглашение принять участие в 6-м Сибирском астрономическом форуме откликнулся Владимир Георгиевич Сурдин – старший научный сотрудник ГАИШ МГУ, кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета МГУ, автор большого количества книг по астрономии, популяризатор астрономии. Мы в Новосибирске, начав проводить «Сибастро», получили великолепную возможность общаться с корифеями нашей любимой науки – астрономии.

Но я говорю об обществе и его уровне знаний в целом.

В настоящее время у людей двоякое отношение к науке. Люди ждут от научных открытий дальнейшего повышения уровня жизни и, в то же время, не доверяют ученым и считают, что они зря тратят деньги.

Однажды на лекции в планетарии мне задали вопрос: «Вы говорите, что наши космические аппараты сегодня могут найти в космосе астероид и исследовать его состав, совершив посадку на его поверхность. Это похлеще, чем искать иголку в стоге сена! Фантастика! Но почему же когда недалеко от Иркутска упал в тайге самолет, место его аварии искали больше трех дней?».

Люди хотят видеть конкретные дела, связанные с нашими сегодняшними научными возможностями. Но информация об этих возможностях тоже подвер-

дается такому искажению при ее подаче в СМИ, что трудно понять исходные цели. Мы видим интервью, где чаще всего ученому дается возможность сказать одну, две фразы, а затем информацию подает журналист так, как он ее понял.

Нужно, чтобы авторитетные ученые имели возможность рассказать о своих исследованиях. Только в этом случае, услышав информацию из первых уст, можно узнать о научных поисках в конкретном направлении, понять, реализацией каких задач заняты ученые в той или иной области.

Действительно, у землян много глобальных проблем, которые требуют принятия конкретных мер для их решения: это и опасность ядерной катастрофы, и проблемы изменения климата на Земле, изучение солнечно-земных связей, астероидная опасность. Для того чтобы наука в обществе была, конечно же, основы этого следует заложить в школе. Шесть лет активной работы в направлении популяризации астрономии в Новосибирске дают мне право сказать, что даже 20–30 человек, увлеченных предметом, могут сделать очень многое. Примером тому являются наши ежегодные Астрономические форумы и строительство Астрофизического центра для детей и юношества в Новосибирске. В число учредителей Астрофизического центра входит и Сибирская государственная геодезическая академия.

Отдельно хочу сказать о роли СМИ в процессе популяризации науки. При всех ошибках, которыми грешат журналисты, спасибо им за то, что в меру своих возможностей большинство из них все же говорит о научных поисках и открытиях многомиллионной аудитории. Конечно, важно при этом, чтобы было не только оповещение людей о научных открытиях, но и просвещение. Необходимы научные программы на телевидении, книги, написанные учеными-популяризаторами науки, для того чтобы привлечь к научным исследованиям талантливую молодежь.

Научно-технический прогресс нельзя игнорировать – окружающий мир меняется, и мы часть этого мира. Для принятия решений общество должно иметь представление об основных научных понятиях, и сами научные знания не должны быть прерогативой только специалистов.

Голос фундаментальной науки сегодня должен быть громче, а позиция ученых – непременно активной.

Директор Учебного Центра «Планетарий» при СГГА
Е.А. Луговская

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОДЕЗИЯ

1. Ю.В. Дементьев, А.И. Каленицкий. О возможности и необходимости определения аномалий силы тяжести в полной топографической редукции	3
2. О.Г. Павловская, В.С. Хорошилов. Статистические исследования оползневых процессов по результатам геодезических наблюдений	15
3. Л.А. Назаров, Л.А. Назарова, М.П. Козлова. Прогноз параметров землетрясения по геодезическим данным	20
4. Фолькер Швигер, Ли Чжан, Йюрген Швейцер. Оценка качества инженерно-геодезических работ в строительстве	25
5. Л.А. Липатников. Релятивистский эффект в часах приемников ГНСС	45
6. А.С. Лукин, А.М. Портнов. Геодезические засечки и их точность при производстве кадастровых работ	53

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

7. В.Н. Щукина, Ю.Е. Голякова, И.А. Малышкина. Формирование особо охраняемых природных территорий	60
8. Д.Н. Ветошкин. Повышение качества и доступности государственных услуг в сфере ведения кадастра недвижимости путем организации государственно-частного партнерства	66

КАРТОГРАФИЯ

9. О.Н. Николаева. Некоторые аспекты создания карт экологического разнообразия территории	75
10. Д.В. Лисицкий, П.Ю. Бугаков. Картографическая визуализация трехмерных моделей местности	81

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

11. О.Г. Невидимова, Е.П. Янкович. Геоинформационное исследование региональных природно-климатических особенностей	88
12. А.Г. Шарикалов, М.В. Якутин. Геоэкологический анализ состояния антропогенных экосистем	95

ОПТИКА, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

13. М.Н. Кистерева, О.К. Ушаков, В.М. Тымкул. Анализ результатов оптико-электронных измерений линейных величин с использованием статистики негауссовых функций	101
14. В.М. Тиссен. Имитационная модель нестабильности атомных часов	107

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЯМИ

15. *М.А. Креймер*. Анализ пространственно-временного континуума в социально-экономических явлениях113
16. *А.И. Гагарин, В.Б. Жарников, Н.А. Сурков, Ю.В. Лебедев, Т.А. Лебедева*. Критические технологии рационального природопользования на северных интенсивно осваиваемых территориях Урала и Западной Сибири125

ХРОНИКА

17. Хроника основных событий СГГА134
18. Юбилейные даты.....141
19. Письмо в редакцию.....147

CONTENTS

GEODESY

1. <i>Yu.V. Dementyev, A.I. Kalenitsky.</i> The possibility and necessity of gravitation anomalies determination in complete topographic reduction	3
2. <i>O.G. Pavlovskaya, V.S. Khoroshilov.</i> Statistical investigations of landslide processes by the results of geodetic observations.....	15
3. <i>L.A. Nazarov, L.A. Nazarova, M.P. Kozlova.</i> Earthquake parameters forecast by geodetic observations	20
4. <i>Volker Schwieger, Li Zhang, Jürgen Schweitzer.</i> Quality assessment of geodetic works in construction.....	25
5. <i>L.A. Lipatnikov.</i> Relativistic effect on GNSS receiver clocks	45
6. <i>A.S. Lukin, A.M. Portnov.</i> Geodetic resections accuracy at carrying out cadastral works	53

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

7. <i>V.N. Shyukina, Y.Ye. Golyakova, I.A. Malishkina.</i> Organization of specially protected natural areas	60
8. <i>D.N. Vetoshkin.</i> Improvement of quality and availability of property cadastre public services through public-private partnership	66

MAPPING

9. <i>O.N. Nikolayeva.</i> Some aspects of ecological diversity mapping	75
10. <i>D.V. Lisitsky, P.Yu. Bugakov.</i> Cartographic visualization of three-dimensional terrain models	81

ECOLOGY

11. <i>O.G. Nevidimova, E.P. Yankovich.</i> Geoinformational investigations of regional nature-climatic peculiarities	88
12. <i>A.G. Sharikalov, M.V. Yakutin.</i> Geoecological analysis of anthropological ecosystem status (conditions)	95

OPTICS, ELECTRO-OPTICAL DEVICES AND SYSTEMS

13. <i>M.N. Kistereva, O.K. Ushakov, V.M. Tymkul.</i> Analysis of results of optical-electronic measurement of linear sizes of the use of statistics non-gaussian functions	101
14. <i>V.M. Tissen.</i> Simulation model of instability of atomic clock.....	107

ECONOMICS AND TERRITORIAL DOMAINS MANAGEMENT

15. *M.A. Kreymer*. Analysis of time-space continuum in social-and-economic phenomena.....113
16. *A.I. Gagarin, V.B. Zharnikov, N.A. Surkov, Yu.V. Lebedev, T.A. Lebedeva*. Critical technologies for efficient nature management of Urals and West Siberian north territories development.....125

CHRONICLE

17. The chronicle of main SSGA events.....134
18. Anniversaries141
19. Correspondence column.....147

Правила оформления статей

Журнал «Вестник СГГА» публикует статьи, представляющие научный и практический интерес по современным вопросам наук о Земле, а также оптики, экономики, образования и пр.

Оформление статей, направленных в журнал, должно строго соответствовать приведенным правилам.

1. Статья должна быть представлена в редакцию журнала на одной стороне стандартного листа формата А4, а также в электронном варианте (на электронном носителе CD или по электронной почте: vestnik@ssga.ru).

2. Статья должна быть тщательно выверена автором. За достоверность и точность приведенных фактов, цитат, географических названий, собственных имен и прочих сведений несет ответственность автор.

3. Статья должна быть подписана автором (при наличии нескольких авторов – всеми соавторами).

4. К статье прилагаются экспертное заключение о возможности опубликования, рецензия.

5. К статье соискателя, аспиранта обязательно прилагается рецензия научного руководителя.

6. Объем статьи (без информации об авторах), включая таблицы, иллюстративный материал и библиографический список, не должен превышать 10 страниц компьютерного текста (для гуманитарных наук – 16 страниц).

7. Порядок оформления статьи:

– УДК;

на русском и английском языках:

– заголовок;

– сведения об авторах: фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, ученое звание, должность, полное название места работы, его почтовый адрес, телефон, адрес электронной почты;

– аннотация статьи;

– ключевые слова.

Далее – основной текст статьи, библиографический список.

8. Текстовый материал должен быть набран на компьютере в формате Word 2003.

9. Кегль (размер) шрифта основного текста статьи – 14 пт, тип – Times New Roman, межстрочный интервал – одинарный.

10. Поля: левое, правое, верхнее и нижнее – по 20 мм, абзацный отступ – 10 мм, выравнивание по ширине.

11. Заголовок статьи набирается прописными буквами (шрифт Arial, кегль – 12).

12. Аннотация и ключевые слова набираются шрифтом Times New Roman, кегль – 12. Аннотация включает характеристику основной темы, проблемы объекта, цели работы и ее результаты. В аннотации указывают, что нового не-

сет в себе данный документ в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению. Средний объем аннотации – не более 500 печатных знаков. Ключевые слова выбираются из текста публикуемого материала.

13. Названия и номера рисунков указываются под рисунками, названия и номера таблиц – над таблицами. Таблицы, схемы, рисунки, формулы, графики не должны выходить за пределы указанных полей.

14. Таблицы и рисунки должны быть помещены в тексте после абзацев, содержащих ссылки на них.

15. Ссылки на литературу помещаются в квадратных скобках.

16. Математические и химические формулы, а также знаки, символы и обозначения должны быть набраны на компьютере (сканированные формулы не принимаются). В формулах относительные размеры и взаимное расположение символов и индексов должны соответствовать их значению, а также общему содержанию формулы.

17. Формулы, набранные в редакторе формул, должны иметь кегль – 14, кегль индексов – 10.

18. Научная терминология, обозначения, единицы измерения, символы, применяемые в статье, должны строго соответствовать требованиям государственных стандартов.

19. В авторском оригинале необходимо пронумеровать страницы по порядку.

20. Не допускается применение выделений в тексте статьи (жирного шрифта, курсива и т. п.), в том числе и в формулах.

21. Иллюстрации, приведенные в статье, должны быть высокого качества, хорошо читаемы и представлены в одном файле с текстом статьи.

22. Не допускается применение фоновых рисунков и заливки в схемах, таблицах.

23. Словесные надписи и числа на иллюстрациях должны иметь размер шрифта 12 пт.

При несоблюдении указанных правил редакция журнала не принимает статью к изданию.

Плата за публикацию статей с авторов не взимается.

Научное издание

**ВЕСТНИК
СГГА**
(СИБИРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ)

Выпуск 3 (16)

Технический редактор редколлегии журнала: *И.О. Колганова*
Тел. (383)361-05-66, e-mail: vestnik@ssga.ru

Редакторы: *Е.К. Деханова, Е.Н. Ученова*
Компьютерная верстка: *Н.Ю. Леоновой*
Перевод на английский язык: *И.В. Никоновой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.97.
Подписано в печать 19.12.2011. Формат 70x100 1/16.
Печать цифровая.
Усл. печ. л. 12,58. Тираж 1 000 экз.
Заказ 137 Цена договорная.
Гигиеническое заключение
№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГГА
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА
630108, Новосибирск, 108, Плахотного, 8.